

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE KARAR VERME:
BULANIK AHS YÖNTEMİ**

SERKAN PALABIYIK

**DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR ORTAMINDA MİMARLIK PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. BİRGÜL ÇOLAKOĞLU**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE KARAR VERME:
BULANIK AHS YÖNTEMİ

Serkan PALABIYIK tarafından hazırlanan tez çalışması 23.03.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gülen ÇAĞDAŞ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Oya PAKDİL
Emekli (Yıldız Teknik Üniversitesi)

Doç. Dr. Serdar KALE
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Doç. Dr. Şebnem YALINAY ÇİNİCİ
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı yürüttüğüm sırada benden destek ve anlayışlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU'na; Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Ortamında Tasarım Bilim Dalı'ndaki hocalarıma ve çalışma arkadaşlarıma; Çok sevdiğim biricik eşim Arzu ve beni yetiştiren aileme sonsuz teşekkürler.

Mart, 2011

Serkan PALABIYIK

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	6
1.3 Orijinal Katkı	10
1.3.1 Tezde İzlenen Yaklaşım.....	10
BÖLÜM 2	
KURAMSAL ÇERÇEVE.....	13
2.1 Tasarım Süreci ve Özellikleri	14
2.1.1 Tasarım Olgusu.....	14
2.1.2 Tasarım Süreci Olgusu.....	15
2.1.3 Tasarım Sürecinin Analizine Yönelik Yapılan Çalışmalar.....	16
2.1.3.1 Tasarım Kuramları ve Metot Yaklaşımları	17
2.1.3.2 Tasarım Süreci Sınıflaması	22
2.2 Tasarımda Değerlendirme ve Karar Verme.....	27
2.2.1 Mimarlıkta Bilinçli Değerlendirme	29
2.3 Karar Teorisi	30
2.3.1 Karar Tipleri	31
2.3.1.1 Belirlilik Altında Karar Verme	31
2.3.1.2 Risk Altında Karar Verme	32
2.3.1.3 Belirsizlik Altında Karar Verme	33
2.3.2 Karar Verme Süreci	34

2.3.3	Karar Verme Yöntemleri	35
2.3.3.1	Çok Kriterli Karar Verme	36
BÖLÜM 3		
MODELİN KURAMSAL YAPISI.....		46
3.1	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).....	46
3.1.1	AHS Yönteminin Uygulanışı.....	47
3.1.1.1	Ayrıştırma	47
3.1.1.2	İkili Karşılaştırma	48
3.1.1.3	Sentezleştirme	50
3.1.1.4	Tutarlılık.....	51
3.1.2	AHS Yaklaşımının Olumlu ve Olumsuz Yönleri	53
3.2	Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Teorisi	55
3.2.1	Bulanık Mantık	56
3.2.2	Bulanık Küme Teorisi.....	59
3.2.2.1	Üyelik Fonksiyonu	60
3.2.2.2	Bulanık Küme İşlemleri	63
3.2.2.3	Bulanık Dilsel (Lengüistik) Değişkenler	65
3.3	Bulanık AHS Yaklaşımı	65
3.3.1	Chang'ın Mertebe Analizine Dayalı Bulanık AHS Yöntemi	68
3.3.1.1	Bulanık Sentetik Değer Analizi	68
3.3.1.2	Bulanık Sentetik Değerlerin Karşılaştırılması	70
3.3.1.3	Alternatif Ağırlık Performanslarının Hesaplanması	71
BÖLÜM 4		
BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMİNİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE UYGULANABİLME POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI		73
4.1	Mimari Tasarımların Ürün Bazında Değerlendirilmesi.....	73
4.1.1	Alan Çalışması 1	76
4.1.1.1	Analiz Aşaması	77
4.1.1.2	Sentez Aşaması	81
4.1.2	Alan Çalışması 2	90
4.1.2.1	Analiz Aşaması	92
4.1.2.2	Sentez Aşaması	95
4.2	Mimari Tasarımların Süreç Bazında Değerlendirmesi	104
4.2.1	Alan Çalışması 3	107
4.2.2	Alan Çalışması 4.....	118
BÖLÜM 5		
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....		127
5.1	Sonuçlar	129
5.2	Öneriler	133
KAYNAKLAR		134
EK-A		
DEĞERLENDİRİLEN TASARIMLAR (AÇ 1)		141

EK-B	
ANKET FORMU (AÇ 1)	144
EK- C	
DEĞERLENDİRİLEN TASARIMLAR (AÇ 2)	166
EK-D	
YERLEŞKE ETÜDÜ (AÇ 3)	171
EK-E	
ANKET ÇALIŞMASI (AÇ 3)	172
EK-F	
PAVİLYON ALANLARININ BELİRLENMESİ (AÇ 3)	173
EK-G	
ALTERNATİF PAVİLYON TASARIMLARI (AÇ 3).....	175
EK-H	
DEĞERLENDİRİLEN TASARIMLAR (AÇ 3)	178
EK-I	
GELİŞTİRİLEN TASARIMLAR (AÇ 4)	180
ÖZGEÇMİŞ	182

SİMGE LİSTESİ

A_i	Alternatif sayısı
N_j	Olay sayısı
$\tilde{A}$	Bulanık küme
A	Nesne kümesi
$\lambda_{\max}$	Maksimum öz değer
μ_A	Üyelik fonksiyonu
l	Üçgensel bulanık sayının alt sınırı
m	Üçgensel bulanık sayının orta sınırı
u	Üçgensel bulanık sayının üst sınırı
$\mu_A(x)$	A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu
n	Hiyerarşideki kriter sayısı
λ	Sabit sayı
S	Sentetik değer
V	Sentetik değer karşılaştırması
k	Dışbükey bulanık sayı
d	İki bulanık sayının kesiştiği noktanın ordinatı
X	Kriterlerin ağırlık değeri
$d'(A)$	A'nın minimum sentetik değeri
W	Normalize edilmiş ağırlık vektörü
W'	Normalize edilmemiş ağırlık vektörü
P	Alternatiflerin ağırlıklı performans değeri

KISALTMA LİSTESİ

AHP	Analytic Hierarchy Process
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
TO	Tutarlılık oranı
TI	Tutarlılık indeksi
RI	Rassallık indeksi
MCDM	Multi-Criteria Decision Making
MODM	Multi-Objective Decision Making
MADM	Multi-Attribute Decision Making
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇÖKV	Çok Ölçütlü Karar Verme
BREEAM	Biomedical Research Experiences for Engineering Majors
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
AÇ 1	Alan Çalışması 1
AÇ 2	Alan Çalışması 2
AÇ 3	Alan Çalışması 3
AÇ 4	Alan Çalışması 4

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1	Enformasyon sayısının bilinçli değerlendirme ile ilişkisi [2].	2
Şekil 2. 1	Çalışma kapsamında öngörülen tasarımda karar verme süreci modeli ...	25
Şekil 2. 2	Karar verme sürecinde izlenen aşamalar	35
Şekil 2. 3	ÇÖKV yöntemlerinin sınıflandırılması [64]	39
Şekil 3. 1	AHS yönteminde problemin hiyerarşik şeması [80]	48
Şekil 3. 2	İkili karşılaştırma matrisi [84]	50
Şekil 3. 3	Plato ve Sokrates'in yarattığı paradoksun bulanık mantık kullanılarak iki boyutlu probleme dönüştürülmesi [91]	57
Şekil 3. 4	Hava ısısı bulanık kümesi üyelik fonksiyonu	61
Şekil 3. 5	Öznel değerlendirme kullanılan bulanık sayılar [110]	65
Şekil 3. 6	Sentetik değerlerin karşılaştırılması [103], [109]	71
Şekil 4. 1	Bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin ürün bazında uygulanması ile ilgili akış diyagramı	75
Şekil 4. 2	Belirlenen değerlendirme kriterlerinin hiyerarşik organizasyonu	80
Şekil 4. 3	A kriterine ait sentetik üçgensel değerlerin karşılaştırılması	83
Şekil 4. 4	Alan Çalışması 1'de tasarım stüdyosu kapsamında belirlenen her bir değerlendirme kriterlerine ait öncelikli ağırlık değerleri	86
Şekil 4. 5	Y ve Z alternatiflerine ait sentetik üçgensel değerlerin karşılaştırılması	88
Şekil 4. 6	Alternatif tasarımların ağırlıklı performans değerleri	89
Şekil 4. 7	Belirlenen değerlendirme kriterlerinin hiyerarşik organizasyonu	94
Şekil 4. 8	Belirlenen her bir değerlendirme kriterlerine ait öncelikli ağırlık değerleri	100
Şekil 4. 9	X, Y, Z ve Q tasarımlarına ait ağırlıklı performans değerleri	103
Şekil 4. 10	Alan Çalışması 3 kapsamında izlenen tasarım süreci	108
Şekil 4. 11	Değerlendirme kriterlerine ait oluşturulan hiyerarşik organizasyon şeması	114
Şekil 4. 12	Pavilyon tasarımı için belirlenen kriterlerin öncelikli ağırlık değerleri	116
Şekil 4. 13	X, Y, Z, Q ve V tasarımlarının ağırlıklı performans değerleri	117
Şekil 4. 14	Alan Çalışması 4 kapsamında izlenen tasarım süreci	120
Şekil 4. 15	Bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin Alan Çalışması 4 kapsamında süreç bazında uygulanmasında izlenen akış diyagramı	123
Şekil 4. 16	Ekolojik konut tasarımı değerlendirme kriterlerine ait hiyerarşik yapı	124
Şekil 4.17	Ekolojik konut tasarımı değerlendirme kriterlerinin öncelikli ağırlık değerleri	125
Şekil EK-A.1	Alan Çalışması 1 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Y	142

Şekil EK-A.2	Alan Çalışması 1 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Z	143
Şekil EK-C.1	Alan Çalışması 2 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım X.....	167
Şekil EK-C.2	Alan Çalışması 2 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Y	168
Şekil EK-C.3	Alan Çalışması 2 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Z	169
Şekil EK-C.4	Alan Çalışması 2 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Q.....	170
Şekil EK-D.1	Alan Çalışması 3 kapsamında Grup 3 tarafından yapılan Yıldız Yerleşkesi etüdü	171
Şekil EK-E.1	Alan Çalışması 3 kapsamında kullanıcı beklentilerinin belirlenmesine yönelik yapılan anket çalışması formu	172
Şekil EK-F.1	Alan Çalışması 3 kapsamında Grup 4 tarafından yapılan pavilyon alanları seçim paftası	174
Şekil EK-G.1	Alan Çalışması 3 kapsamında Grup 2 tarafından üretilen alternatif pavilyon tasarımları seçim paftaları	176
Şekil EK-G.2	Alan Çalışması 3 kapsamında Grup 4 tarafından üretilen alternatif pavilyon tasarımları	177
Şekil EK-H.1	Alan Çalışması 3 kapsamında değerlendirilen X ve Q tasarımları	179
Şekil EK- I.1	Alan Çalışması 4 kapsamında geliştirilen tasarımlar	181

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1	Tasarımda karar verme süreci modelleri [9], [27], [50], [51]	24
Çizelge 2. 2	Belli bir kritere göre en iyi alternatif projenin seçimi	32
Çizelge 2. 3	Alternatif yapım teknolojilerin seçiminde riskin minimum yapılması.	32
Çizelge 2. 4	Bir ÇKKV problemini ifade eden karar matrisi	37
Çizelge 3. 1	AHS yönteminde kullanılan 9’lu karşılaştırma cetveli [82]	49
Çizelge 3. 2	İkili karşılaştırma matrisinin göreceli ağırlıklar cinsinden gösterimi	50
Çizelge 3. 3	Rassallık indeksi [62]	53
Çizelge 3. 4	Bulanık AHS yöntemlerinin kıyaslanması [108]	67
Çizelge 3. 5	Seçilik değerlerin bulanık değer karşılıkları [103]	69
Çizelge 4. 1	A, B,..., G kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi	81
Çizelge 4. 2	Kriterlere ait seçilik değerlerin bulanıklaştırıldığı karşılaştırma matrisi	82
Çizelge 4. 3	Kriterlere ait tek bir bulanık değer belirtilmiş karşılaştırma matrisi ...	82
Çizelge 4. 4	A, B,...,G kriterlerine ait sentetik değerler	83
Çizelge 4. 5	SA’ya ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	84
Çizelge 4. 6	SB’ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	84
Çizelge 4. 7	SC’ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	84
Çizelge 4. 8	SD’ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	84
Çizelge 4. 9	SE’ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	85
Çizelge 4. 10	SF’ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	85
Çizelge 4. 11	SG’ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	85
Çizelge 4. 12	SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG’ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları	85
Çizelge 4. 13	A, B, C, D, E, F ve G kriterlerine ait öncelikli ağırlık değerleri	86
Çizelge 4. 14	A1 kriterine göre, Y ve Z alternatiflerinin ikili karşılaştırma matrisi	87
Çizelge 4. 15	A1 kriterine göre, Y ve Z alternatiflerine ait seçilik değerlerin bulanıklaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisi	87
Çizelge 4. 16	A1 kriterine göre Y ve Z alternatiflerinin sentetik değerleri	88
Çizelge 4. 17	A1 kriterine göre Y ve Z alternatiflerinin sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	88
Çizelge 4. 18	A1 kriterine göre SY ve SZ’ ye ait üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları	88
Çizelge 4. 19	A1 kriterine göre Y ve Z alternatiflerine ait ağırlıklı performans değerleri	88
Çizelge 4. 20	A, B,...,G kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi	95

Çizelge 4. 21	Kriterlere ait seçilik değerlerin bulanıklaştırıldığı karşılaştırma matrisi.....	96
Çizelge 4. 22	Kriterlere ait tek bir bulanık değer belirtildiği karşılaştırma matrisi ...	96
Çizelge 4. 23	A, B, C, D, E, F ve G kriterlerine ait sentetik değerler	97
Çizelge 4. 24	SA'ya ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	97
Çizelge 4. 25	SB'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	97
Çizelge 4. 26	SC'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	98
Çizelge 4. 27	SD'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	98
Çizelge 4. 28	SE'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri.....	98
Çizelge 4. 29	SF'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	98
Çizelge 4. 30	SG'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri	99
Çizelge 4. 31	SA, BS, SC, SD, SE, SF ve SG'ye ait sentetik karşılaştırmaların minimumları	99
Çizelge 4. 32	A, B, C, D, E, F ve G kriterlerine ait öncelikli ağırlık değerleri.....	99
Çizelge 4. 33	A1 kriterine göre X, Y, Z ve Q tasarımlarının ikili karşılaştırma matrisi.....	101
Çizelge 4. 34	A1 kriterine göre X, Y, Z ve Q tasarımlarına ait seçilik değerlerin bulanıklaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisi	101
Çizelge 4. 35	A1 kriterine göre X, Y, Z ve Q tasarımlarının sentetik değerleri.....	101
Çizelge 4. 36	A1 kriterine göre X tasarımına ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri.....	102
Çizelge 4. 37	A1 kriterine göre Y tasarımına ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri.....	102
Çizelge 4. 38	A1 kriterine göre Z tasarımına ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri.....	102
Çizelge 4. 39	A1 kriterine göre Q tasarımına ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri.....	102
Çizelge 4. 40	A1 kriterine göre SX, SY SZ ve SQ' ya ait üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları.....	102
Çizelge 4. 41	A1 kriterine göre X, Y, Z ve Q tasarımlarına ait elde edilen ağırlık değerleri.....	102
Çizelge 4. 42	Pavilyon alanlarının değerlendirildiği karar matrisi örneği (Grup 4) ...	110
Çizelge 4. 43	Alternatif pavilyon tasarımlarının değerlendirildiği karar matrisi örneği (Grup 4).....	112
Çizelge 4. 44	A ve B7 kriterlerine göre pavilyon tasarımlarının performans yüzdeleri.....	118
Çizelge 4. 45	Ekolojik konut alan seçimi karar matrisi	122

ÖZET

MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE KARAR VERME: BULANIK AHS YÖNTEMİ

Serkan PALABIYIK

Mimarlık Anabilim Dalı
Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU

Bilgi ve değer sistemlerindeki değişime bağlı olarak hızla karmaşıklaşan günümüz ortamında insanları memnun edecek bir yapıyı çevrenin oluşturulmasında geleneksel tasarım yaklaşımları yetersiz kalmakta ve yeni tasarım yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Sunulan bu çalışma mimari tasarım süreci özelinde geleneksel ve analitik düşüncenin bir arada yoğrulduğu **melez bir tasarım yönteminin geliştirilmesi** ile ilgilidir.

Mimari tasarım sürecinde çözüme ulaşma eylemi farklı nitelikteki karar verme aşamalarını içerir. Bu süreç içinde **ürün bazında** ve **süreç bazında** olmak üzere başlıca iki aşamada karar vermeye bağlı değerlendirme yapılmaktadır. Sezgiselliğin yoğun olduğu mimarlık alanında bu karar verme aşamaları büyük miktarda eksik ve kesin olmayan bilgiyi barındırır. Dolayısı ile mimari tasarım sürecinde yapılan değerlendirmeler oldukça güç **karar verme süreçleri** olarak ifade edilir. Bu yönüyle çalışma kapsamında tasarım probleminin çözümü karar verme bağlamında ele alınmış ve tasarım sürecinde karar vermeye yardımcı bir **bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi** geliştirilmiştir.

Geliştirilen yöntem üç ana yaklaşımın sentezi üzerine inşa edilmiştir. Bunlar; Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Teorisi ile Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yaklaşımlarıdır. Geliştirilen yöntem ile karar verme sürecinde eksik ve kesin olmayan bilginin değerlendirilmesi için kapsamlı bir yaklaşımın sunulması amaçlanmıştır. Yöntemin etkinliği tasarım stüdyosu kapsamında yapılan dört alan çalışması ile araştırılmıştır.

Alan Çalışması 1 kapsamında tasarım stüdyosu **sistematik** bir anlayışla, Alan Çalışması 2 kapsamında tasarım stüdyosu **geleneksel** bir anlayışla kurgulanmıştır. Geliştirilen **bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi** her iki tasarım stüdyosunda, süreç sonunda elde edilen ürün bazındaki alternatif tasarımların karar verme amaçlı değerlendirilmesinde uygulanmıştır.

Alan Çalışması 3 ve 4 kapsamında tasarım süreci; tasarım probleminin analitik bir

düşünce yapısıyla anlaşılabilir parçalara bölünmesi ve geleneksel ile sistematik düşüncenin bir arada yer aldığı **melez** bir anlayışla çözümlerin üretilmesi üzerine kurgulanmıştır. Geliştirilen yöntem bu hibrid tasarım sürecindeki karar adımlarında tasarımcının akılcı kararlar alması amacıyla uygulanmış ve önemli avantajlar sağladığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışma ile geliştirilen **bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin** mimari tasarım süreci özelinde, mimarlık meslek pratiğinde kullanılabileceği gösterilmiştir. Son bölümde ise önerilen yöntemin geliştirilmesine ilişkin gelecekte yapılabilecek çalışmalar için çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karar verme, değerlendirme, mimari tasarım süreci, bulanık mantık, bulanık AHS.

ABSTRACT

DECISION MAKING IN THE ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS: FUZZY AHP METHOD

Serkan PALABIYIK

Department of Architecture
Ph. D. Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Birgul COLAKOGLU

Today, traditional design approaches are becoming insufficient regarding the rapid shift on the knowledge and value systems of architecture. Therefore, new design approaches are necessary. This research is about developing a hybrid design method which combines traditional and analytical thinking in architectural design process.

The method developed in this research is built upon the synthesis of three main approaches. These approaches are Analytical Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Logic and Fuzzy Set Theory, and Fuzzy Analytical Hierarchy Process. The aim of this method is to define a comprehensive approach that presents the evaluation of incomplete and uncertain knowledge in decision making process. Effectiveness of the method is analyzed by four case studies conducted in design studios.

The method developed in this research is built upon the synthesis of three main approaches. These approaches are Analytical Hierarchy Process (AHP), Fuzzy Logic and Fuzzy Set Theory, and Fuzzy Analytical Hierarchy Process. The aim of this method is to define a comprehensive approach that presents the evaluation of incomplete and uncertain knowledge in decision making process. Effectiveness of the method is analyzed by four case studies conducted in design studios.

Design studios are configured systematically for the case studies. I. It is configured traditionally in scope of a case study. II. Multi-criteria fuzzy decision making method is developed and applied in either design studios to decide which design alternative produced in the end of the process is chosen.

Design process is configured on a design problem which is an analysis of components comprehensible by analytical thinking, and solutions are produced by a hybrid concept in which traditional and systematical thinking are joined. The method is applied to designers who make rational decisions and it is observed that the method produce dramatic advantages.

In this work, it is showed that our multi-criteria fuzzy decision making method can be used in architecture, especially in the design process. In the last part, further research

topics are discussed.

Keywords: Decision making, evaluation, architectural design process, fuzzy logic, fuzzy AHP.

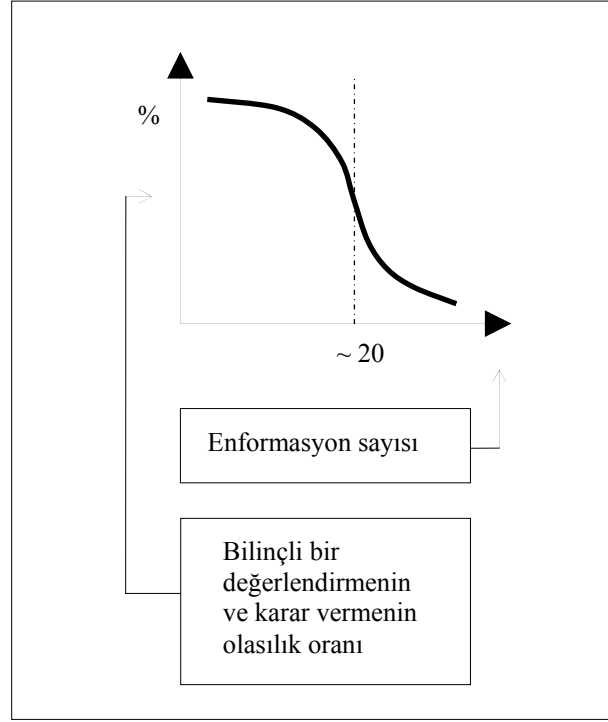
GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Günümüzde insanların bilgi ve değer sistemlerine bağlı olarak, çevremizdeki nesne ve olaylar baş döndürücü bir hızla değişmektedir. Bu değişim içinde insan yapısı çevre, yine insan kararları ile çok karmaşık bir görünüm almakta, süreç içinde karşılıklı etkileşim, istekler ve gereksinimler aynı derecede karmaşıklılaşarak devam etmektedir. Özellikle çevremizdeki tasarımlarda görülen bu değişim, tasarlama eylemi ile yakın bir ilişki içindedir. Bu süreçte tasarımcı gelişen teknolojik, ekonomik, politik, sosyal ve çevresel olguların beraberinde getirdiği çeşitli tasarım problemleri ile karşılaşmakta ve yaşanan değişimle artan gereklilikler tasarım problemlerini daha karmaşık bir yapıya dönüştürmektedir. Söz konusu bu ortamda geleneksel tasarım yaklaşımları ile tasarım üretmek artık mümkün değildir. Dolayısı ile insanları memnun edecek bir yapılı çevrenin oluşturulmasında **yeni tasarım yöntemlerine** ihtiyaç duyulmaktadır [1].

Sunulan bu çalışma, mimari tasarım süreci özelinde **yeni bir tasarım yönteminin geliştirilmesi** ile ilgilidir.

Tasarım pratiğinde artan malzeme çeşitliliği, üretim metotları, yapım sistemleri, bilimsel ve teknolojik ilerlemeler, tasarım sürecinde tasarımcıyı sonucunu tahmin edemeyeceği birçok ekonomik, sosyal ve çevresel etkisi olan **kararlar almaya** zorlamaktadır. Ancak, tasarım sürecinde problemler karşısında, edinilen son bilgilere, deneyimlere, kişisel kabiliyete ya da denenmiş bazı örneklerle dayandırılarak doğru bir kararın verilmesi mümkün değildir [1]. Tasarım sürecinde sistematik olmayan, tamamen değerlendiricilerin bilgi ve deneyimlerine dayanan bir karar verme yöntemi ile Şekil 1.1'de belirtildiği gibi ancak belirli sayıda enformasyon bilinçli olarak değerlendirilebilir.



Şekil 1. 1 Enformasyon sayısının bilinçli değerlendirme ile ilişkisi [2].

Sonuç olarak;

- Karmaşıklıaşan tasarım problemlerinin **analitik** bir anlayışla ele alınması ve tasarım probleminin farklı parçalara ayrılarak kavranabilir bir ilişki düzeyine indirgenmesi,
- Tasarım sürecinde karar vermenin sistematik yöntemlerle gerçekleştirilmesi ve tasarlama da ele alınan problem konusunda içinde bulunulan koşullara, zamana göre karar vermeyi olanaklı kılan bir **karar verme yönteminin geliştirilmesi**

gerekmektedir. Bu anlayışla, çalışma kapsamında geliştirilen yöntemin kuramsal yapısının kavranabilmesi için, 1960'lı yıllarla birlikte tasarım alanında araştırılmaya başlanan **yöntem** odaklı (sistematik tasarım yaklaşımları) çalışmaların anlaşılması önemlidir.

Tasarım metodolojisinin tasarımda problem çözmeye ait sistematik bir kurguya oturtulması ile ilgili yapılan tasarım araştırmaları incelendiğinde; ilginin somut ürün den (stilistik, morfolojik, geometrik analizler, vb), zihinsel süreçlere kaymasından bu yana **tasarım araştırmalarında** önce **yönteme** odaklanıldığı (sistematik tasarım yöntemleri, “ikinci kuşak” tasarımcılar, vb), ilerleyen süreçte bu ilginin giderek **bilgi** ve **bilginin nasıl oluşturulduğu, kullanıldığı ve iletildiği** ile ilgili çalışmalara (enformasyon

işletme kuramı, tanımlayıcı/işlemci bilgi kategorileri, bilişsel tarzlar, üretici gramerler, vb) yöneldiği görülür [3].

Genellikle tasarımın bilimsel olarak tanımlanması amacıyla yapılan bu araştırmalarda öncelikle tasarımcının nasıl düşündüğü ve ne şekilde tasarladığı anlaşılmaya çalışılmıştır [4], [5], [6]. Tasarımın problem çözme süreci ya da eylemi olarak tanımlandığı bu araştırmalarda tasarım süreci;

- Sezgisel yaklaşımlar kapsamında, **örtük süreçler** (kara kutu yaklaşımı)
- Sistematik yaklaşımlar kapsamında, **açık süreçler** (saydam kutu yaklaşımı)

olarak sınıflandırılmaktadır. Bu iki yaklaşım kavram olarak farklı olmakla birlikte benzer eylem ve aşamalar içermektedir. Bunlar:

- Problemin parçalara ayrılması - **Analiz**
- Problemin alt parçalarının yeni bir kurgu ile bir araya getirilmesi - **Sentez**
- Yeni kurgunun uygulanabilirliğinin denenmesi - **Değerlendirme**

olarak üç temel aşamada sınıflandırılabilir.

Kara kutu yaklaşımında, tasarımcının tasarımın farklı aşamalarında ki denetimi yerine, yaratıcı sezgileri ön plandadır ve tasarım sürecinin tam olarak açıklanamayan, tamamen içsel bir işlem olduğu savunulmaktadır. Tasarımcı “**kara kutu**” olarak değerlendirilen zihinsel süreçlerle, tasarımda biçim, işlev, teknoloji, ekonomi, doğal denge gibi ilişkileri ancak benzeşimler (analojiler) düzeyinde kurabilmektedir [7], [8].

Saydam kutu yaklaşımında, tasarlama eyleminin tekrarlanır, anlaşılır ve denetlenir duruma getirilmesi yoluyla, tasarım sürecinin dışlaştırılması, rastlantı ve keyfiliğin engellenmesi amaçlanmaktadır [1], [7]. Tasarım metotları hareketinin öncülerinden Jones [9], sistemli hale getirilmemiş tasarım süreçlerinin yarattığı tatminsizlikler ve yüksek maliyetli tasarım hataları sebebi ile tasarım sürecinin dışlaştırılmasını bir gereklilik olarak görmektedir. Jones, tasarım sürecinde “keyfi seçimlerden” kaçınmak için süreç içinde sistematik çalışma ile “mantıksal bir yolun” kararlaştırılması gereğini ifade etmektedir.

Bridges [10] ise, analiz-sentez yaklaşımının en zayıf noktasını tasarımın gelişmesine katkıda bulunacak çok özel bir noktasının olmayışı olarak değerlendirmektedir. Bu anlayışta sentez ya gizemli bir görüntü içindeki “kara-kutu (black-box)” süreci, ya da

formal tasarım metotlarından birinin mekanik süreci kurgusundaki “saydam-kutu (glass-box)” olarak ele alınmaktadır. Oysa tasarım sürecini açıklamak için tek bir yaklaşım yeterli değildir. Hiçbir tasarımcı tasarımlarını tamamen saydam veya kara kutu yaklaşımları ile tasarlayamaz. Arada gri tonlarda vardır ve model bu noktada zayıftır.

Bu anlayış doğrultusunda mimari tasarım sürecinde bu düşünce tiplerinin olumsuz özelliklerini azaltacak şekilde **birlikte kullanılmaları** doğru bir yaklaşım olarak görülebilir. Sunulan bu çalışmada her iki yaklaşımın bir arada kurgulandığı **bütünleşik** (hibrid) bir tasarım süreci **karar verme özelinde** tarif edilmektedir.

Karar verme; bir amacı/amaçları gerçekleştirmek için birtakım kriterler ışığında alternatifler arasından uygun alternatifi/alternatifleri seçme işlemidir [11]. Bir dizi zihinsel eylemi içeren **karar verme süreci** ise; karar vermek için kullanılan teknik ve yöntemlerin eylem düzenini ve izlenen yolu ifade etmektedir [12].

Tasarımda karar verme süreci, problem çözme eylemlerini izleyen ve çözüm alternatifleri arasından seçim yapılan bir süreçtir. Tasarım alanında, diğer alanlardaki yöntemlerin yardımı ile karar verme süreci işlemlerinin ve aşamalarının denetlenebilir ve modellenabilir biçime getirmesiyle problemlerin çözülmesinin amaçlandığı birçok sistematik tasarım yöntemi geliştirilmiştir [12], [13].

Karar verme amaçlı geliştirilen bu sistematik tasarım yöntemlerinin mühendislik alanındaki kullanımları geniş uygulama alanları bulurken mimarlık alanındaki uygulamaların daha sınırlı olduğu görülür. Genel bir bakış açısıyla, ağırlıklı olarak bireysel süreç ve öznel değerlendirmelerin hâkim olduğu mimari tasarım alanında, tasarımcının zihninde gerçekleşen eylemlerin tam olarak açıklanamaması, eylemlerin gözlemlenememesi gibi sebepler yöntem odaklı çalışmaları olumsuz yönde etkilemiştir. Dolayısı ile önerilen yöntemler mimari tasarım alanında tasarımcılar tarafından kabul görmemiş, yapılan yöntem çalışmaları da buna bağlı olarak azalmıştır.

Mimarlıkta karar verme amaçlı kullanılan tasarım yöntemlerinin bu genel bakış çerçevesinde; mimarlığın (mimarlık işinin) bünyesinde barındırdığı *zaman, boşluk, ortam, karakter, estetik boyut* (kütlesel, mekânsal, anlamsal, form ve onun deneyimine ilişkin aktarımlar) gibi **soyut** (nitel) **öğelerin değerlendirilmesinden öte**, *statik, mekanik, topografya* gibi **ölçülebilir** (nicel) **faktörlerin değerlendirmesinde** ve *yapı ürünleri, yapım sistemi ve teknolojilerinin seçiminde* kullanıldıkları görülür.

Çalışma kapsamında mimarlık alanında böylesi bir düşünce yapısının oluşmasında, kullanılan tasarım yöntemlerinin nitel verileri değerlendirmede, nicel verileri değerlendirmedeki kadar başarılı olamamalarının etkili olduğu varsayılmaktadır. Bu nedenle mimari tasarım alanında bir karar verme yönteminin kabul görmesi için, geliştirilen yöntemin nicel veriler kadar nitel verileri değerlendirmede de etkili olması çok önemlidir. Çalışma kapsamında bu anlayış çerçevesinde geliştirilen karar verme yardımcı yöntemin nasıl kurgulandığı, ana hatları ile aşağıda açıklanmıştır.

Günümüzde tasarım alanında kullanılabilecek karar verme yöntemleri incelendiğinde, **çok ölçütlü karar verme yöntemleri** ölçülebilen, ölçülemeyen birçok stratejik, operasyonel faktörü aynı anda değerlendirme imkânı sağlaması ve karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dâhil edebilmesi yönüyle ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle **çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin tasarım alanında uygulanması**, önem dereceleri açısından ağırlıklandırılmış birçok kritere göre bir tasarımın topluca değerlendirilmesinde ve en etkin alternatiflerin seçilmesinde etkili bir yaklaşım sağlayacaktır. Saaty tarafından bilim dünyasına tanıttırılmış Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process – AHP) tamamen bu anlayışa dayalı olarak geliştirilmiş, çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir. Karmaşık ve birden çok ölçütün göz önüne alınması gerektiği durumlarda oldukça etkili bir yaklaşım olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci’ni diğer karar verme yöntemlerinden ayıran temel fark, çok ölçütlü karar verme problemlerini hiyerarşik olarak yapılandırmasıdır [14], [15].

Bu nedenle, çalışma kapsamında geliştirilmesi amaçlanan karar verme yönteminin temellendiği yaklaşımlardan biri **Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)** olarak belirlenmiştir. Ancak AHS, soyut, somut, ölçülebilir, ölçülemez, tahmin edilemez ve belirsiz özellikleri bünyesinde taşıyan mimarlık işinin değerlendirilmesinde, karara, kriterlere ve seçeneklere ilişkin mevcut olabilecek **belirsizlikleri** dikkate almada ve sayılara dökülmesi konusunda **yetersiz kalmaktadır**. Bu durum verilecek kararları önemli ölçüde etkilemektedir [16].

Belirtilen eksikliklerin üstesinden gelmek ve insani düşünme şeklini yansıtmak amacıyla Bulanık Mantık ile AHS yönteminin kombine edilmesi sonucu daha gerçeğe uygun ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu tarz bir yaklaşım, insan karar alma işleminin yapısındaki kararsızlık ve belirsizliği yeterince ifade edebilmekte ve karar alıcı için sonuç problemini anlamakta esneklik ve sağlamlık sağlamaktadır. Bu nedenle

geliştirilen kuramsal karar vermeye yardımcı yöntemin temellendiği bir diğer yaklaşım, 1965 yılında L. A. Zadeh tarafından ortaya konulmuş ve bugün mühendislik dâhil birçok alanda kullanılan **Bulanık Mantık** ve **Bulanık Küme Teorisi** olarak belirlenmiştir [17], [18].

Bulanık Mantık genelde, insan düşüncesine özdeş işlemlerin gerçekleşmesini sağlamakla, gerçek dünyada sık sık meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olur. Özellikle veri işleme, söz ile hesap yapma, karar verme problemleri ile ilgili alanlarda sıkça kullanılan Bulanık Mantık, Bulanık Küme Teorisi'ne dayanır. **Bulanık Küme Teorisi** ile “*az, sık, orta, düşük, çok, birçok*” gibi dilbilimsel yapılar kullanılarak dereceli veri modellemesi gerçekleştirmektedir. Böylece olayların modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesi sağlanmaktadır [19].

Bulanık Küme Teorisi yaklaşımının çalışma kapsamında kullanılması ile mimari tasarım işinin değerlendirilmesindeki en önemli problem olan **sözel değişkenlerin** ve **tam ifade edilemeyen verilerin belirli** değişkenler haline dönüştürülmesi ve çözüm elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Sonuç olarak; karmaşıklaşan tasarım problemlerinin analitik bir anlayışla ele alınması ve tasarım sürecinde karar vermenin sistematik yöntemlerle gerçekleştirilmesi amacıyla, çalışma kapsamında temellenilen iki yaklaşımın (Bulanık Küme Teorisi ve Analitik Hiyerarşi Süreci) setezlendiği **Bulanık AHS** yöntemi kullanılarak, tasarım sürecindeki alternatiflerin ve sonuç ürünlerin değerlendirilmesine yönelik kuramsal bir “**bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi**” geliştirilmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Tasarım çok karmaşık ve çok değişkenli bir bilgi üretme eylemidir. Bir tasarım problemi karşısında, var olan öznel değer sistemleri ve deneyimler, her bir tasarımcının farklı çözümlere ulaşmasına neden olur. Bu kadar karmaşık bir zihinsel aktivitenin dışlaştırılması, tanımlanması ve sistemleştirilmesi oldukça güç görünse de tasarımın öğretilabilir bir olgu olduğu gerçeği tasarım konusundaki araştırmaları anlamlı kılmaktadır [8], [20].

Bu çalışmada, mimari tasarım süreci bilginin depolandığı, organize edildiği, üzerinde işlem yapıp kararların verildiği sistematik bir süreç olarak görülür. Bu yönüyle mimari tasarım sürecini sistemleştirme çabalarının araştırıldığı çalışmada **üst hedef**:

- Karmaşıklaşan tasarım problemlerinin analitik bir anlayışla ele alınması ile tasarım probleminin farklı parçalara ayrılarak kavranabilir bir ilişki düzeyine indirgenmesi,
- Tasarımda ele alınan problem konusunda içinde bulunan koşullara, zamana göre karar vermeyi kolaylaştıracak bir yöntemin elde edilmesi,

amacıyla bir “**bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin**” geliştirilmesidir.

Çalışma kapsamında geliştirilen yöntemde, Çok Ölçütlü Karar Verme alanı içerisinde yer alan **Analitik Hiyerarşi Süreci** (AHS), **Bulanık Küme Teorisi** ile birlikte kullanılarak, karar verme sürecinde mimari tasarım probleminin bünyesinde yer alan **belirsizlik** (bulanıklık) sebebiyle meydana gelebilecek sonuçlar, bir **üyelik derecesi** (*dilsel ifadelerin sayısallaştırılmasında kullanılan küme teorisi*) yardımı ile açıklanmaya çalışılmıştır.

Bu anlayışla, geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin çalışma kapsamında mimari tasarım süreci özelinde nasıl ele alınacağı, ana hatları ile aşağıda belirtilmiştir.

Günümüzde karmaşıklaşan tasarım sorunlarını çözmek ve kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayabilmek amacıyla, tasarlama olgusuna, bir problem çözme ve karar verme eylemi olarak bakılmaya başlanmıştır [1]. Bu anlayışla, tasarım sürecinde çözüme ulaşma eyleminin farklı nitelikteki karar verme aşamalarını içerdiği belirtilmektedir [21]. Mimari tasarım sürecinde, aşağıda belirtildiği gibi başlıca iki aşamada karar vermeye bağlı değerlendirme yapılmaktadır [2]. Bu değerlendirme aşamaları:

- **Ürün** bazında değerlendirme: Salt uç tasarım ürünlerin değerlendirilmesi,
- **Süreç** bazında değerlendirme: Tasarım süreci içindeki alternatiflerin değerlendirilmesi.

Çalışma kapsamındaki amaçlardan biri, geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin, ürün bazında karar verme amaçlı uygulanmasına yöneliktir. Bu aşamada değerlendirilecek ürünler mimari tasarım süreci sonunda elde edilen alternatif

tasarımlardır. Geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin bu amaç doğrultusunda kullanımı ile çalışmada gerçekleşmesi öngörülen hedefler aşağıda belirtilmiştir:

- Mimari tasarım ürünlerinin değerlendirilmesinde karar vermeyi **rasyonel** bir yapıya oturtmak ve tasarımlar hakkında daha **bilinçli, objektif** kararların verilmesini sağlamak,
- Değerlendirilmede birden fazla kişinin (toplu olarak) karar vermesini olanaklı hale getirmek,
- Değerlendirme ile mimari tasarım alternatiflerini iyiden kötüye sıralamaktan öte değerlendiriciler tarafından (çalışma kapsamında stüdyo yürütücüleri) belirlenen amaçların anlaşılma ve benimsenme derecesini ortaya çıkarmak. Böylece tasarımların eksik görülen yanlarının net olarak anlaşılmasını sağlamak,
- Belirlenen hedefleri karşılamada etkili olan kriterlerin oluşturulup öncelik tanımlamalarının yapılabilmesi amacıyla tasarım konusu hakkında değerlendiricileri (**yürütücüleri**);
 - Bilgiye başvurmaları,
 - Eksik bilgiyi fark etmeleri,
 - Çok yönlü düşünceleri,
 - Yeninin üretilmesinde yol gösterici olabilmeleri,

için, araştırma yapmaya yönlendirmek.

Çalışma kapsamındaki bir diğer amaç; geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin mimari tasarım sürecinde (süreç bazında) uygulanabilirliğinin araştırılması ve potansiyellerinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda, geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin adapte edileceği **mimari tasarım süreci**, çalışma kapsamında;

- Bilginin depolandığı, organize edildiği, üzerinde işlem yapıp kararların alındığı sistematik bir karar verme süreci olarak görülmüş ve
- “**Bilgi Toplama – Analiz – Sentez – Değerlendirme - Karar**” döngüsü ile aşamalandırılmıştır. Bu sistematik tasarım sürecinde, en üst düzeyden en alt düzeye doğru ilerlendikçe, her karar sonrası alt seviyedeki her problemde, karar verici için bu döngüsel süreç tekrarlanmakta ve tasarım probleminin anlaşılabilirliğini arttırmak için gereken basitleştirilme düşüncesi, karar adımlarının arttırılması ile sağlanmaktadır.

Bu çerçevede, geliştirilen kuramsal yöntemin, kabul edilen sistematik tasarım sürecinin **bilgi toplama** ve **karar** aşamalarına adapte edilmesi ile gerçekleşmesi öngörülen hedefler aşağıda belirtilmiştir:

- Mimari tasarım sürecinin erken evrelerinde tasarım probleminin tanımlanmasını ve bu problemin tasarımcılar tarafından algılanmasını sağlamak,
- Bir tasarım işinin üstesinden gelmek için gereken bilginin karmaşıklığını analitik bir çalışma yoluyla düzenleyerek tasarım probleminin anlaşılabilirliğini arttırmak,
- Genelde çözüme tesadüfen ulaşılan mimarlıkta, tasarım uzayını daraltmak ve mimari tasarım sürecindeki farkındalığı arttırmak,
- Beklentileri karşılama noktasında tasarımların geliştirilmesi gereken eksikliklerini belirleyerek geri bildirim sağlamak ve tasarımcının performansını geliştirmek,
- Tasarım sürecini hızlandırmak, hataları minimuma indirmek ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak,
- Değerlendiriciler (yürütücü) noktasında belirlenen hedefleri izleme fırsatı sağlamak,
- Hem sezgisel hem de mantıksal yönlerin ortaya konulması anlamında bütünsel bir tasarım sürecini oluşturmak,
- Mimari tasarım sürecinde tasarımcı (danışan) ve yürütücünün (danışmanın) sistemli olarak kullanabilecekleri bir yöntem ortaya koymak.

Belirlenen hedefler doğrultusunda yapılandırılan sistematik tasarım süreci içinde, mantığını kullanabilen bir tasarımcının,

- Duygusal olmanın etkisinden uzaklaşmak için belirlenen amaçları karşılayan kriterler ve kriterlere ait öncelik değerlerini kullanarak akılcı yolla seçimlerini yapabileceği,
- Tasarım prensiplerinin önce farkına varılarak, sonra da idrak edilerek kavranması ile beklentilere büyük ölçüde cevap veren tasarımları elde edebileceği öngörülmektedir.

1.3 Orijinal Katkı

Çalışmadaki başlıca motivasyon, günümüzde birçok alanda başarılı uygulamaları bulunan Bulanık AHS yaklaşımının mimari tasarım süreci özelinde, mimarlık meslek pratiğinde kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Buradan hareketle geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin çalışma kapsamında nasıl ele alındığı izleyen bölümde verilmiştir.

1.3.1 Tezde İzlenen Yaklaşım

Sunulan bu çalışmada geliştirilen kuramsal yöntemin mimari tasarım sürecinde uygulanabilirliği ve barındırdığı potansiyeller, mimarlık eğitiminin zaman ve etki açısından en önemli parçası sayılan **mimari tasarım stüdyosu** kapsamında gerçekleştirilen **alan çalışmaları** ile araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında yapılan alan araştırmaları iki temel amaç doğrultusunda kurgulanmıştır. Bunlar:

1. Geliştirilen kuramsal yöntemin mimari tasarım süreci sonunda elde edilen alternatif tasarımların, **ürün bazında** karar verme amaçlı değerlendirilmesinde uygulanabilirliğini araştırmak,
2. Geliştirilen kuramsal yöntemin mimari tasarım sürecinde (**süreç bazında**) uygulanabilirliğini ve potansiyellerinin belirlenmesini araştırmak.

Ürün bazında yapılan araştırmalar birbirinden belirli yönleriyle farklılaşan iki alan çalışması ile gerçekleştirilmiştir:

- **Alan Çalışması 1;** tasarım sürecinin **sistematiik** bir anlayışla kurgulandığı, tasarım amaçları ve değerlendirme kriterlerinin stüdyo yürütücülerince süreç başında net bir şekilde ortaya konulduğu, uluslararası bir tasarım stüdyosu (International Design Studio, spring 2009) ortamında gerçekleştirilen ve geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntem ile sonuç tasarım ürünlerinin değerlendirilip beklentileri ne ölçüde karşıladıklarının belirlendiği bir araştırmayı kapsar.
- **Alan Çalışması 2;** tasarım sürecinin geleneksel anlayışla yürütüldüğü bir tasarım stüdyosu (YTÜ Bitirme Projesi, bahar 2009) ortamında gerçekleştirilen ve elde edilen tasarımların bir yarışma konseptine göre değerlendirilip, 1., 2., 3.

olarak sıralandığı bir süreç sonunda, geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntem ile sıralanan tasarımların değerlendirilip yapılan sıralama ile ne ölçüde benzerlikler gösterdiğinin karşılaştırıldığı bir araştırmayı kapsar.

Geliştirilen kuramsal yöntemin mimari tasarım sürecinde uygulanabilirliği ile ilgili yapılan araştırmalar birbirini takip eden iki alan çalışması ile gerçekleştirilmiş ve söz konusu potansiyelleri tanımlamak için gereken analitik bakışın geliştirilmesi amaçlanmıştır.

- **Alan Çalışması 3;** stüdyo kurgusu olarak Alan Çalışması 1 ile tasarım sürecinin sistematik bir anlayışla kurgulanması, tasarım amaçları ve değerlendirme kriterlerinin stüdyo yürütücülerince süreç başında belirlenmesi yönüyle benzerlikler gösterir. Bunlara ek olarak Alan Çalışması 3, değerlendirme kriterlerinin hiyerarşik bir yapı ile organize edilerek tasarım sürecinde **bilgi toplama** aşamasında kullanıldığı, karar vermeye dayalı analitik anlayışa göre tasarım sürecindeki karar aşamalarında değerlendirmelerin yapıldığı ve geliştirilen yöntem ile sonuç ürünlerin değerlendirildiği bir araştırmayı kapsar.
- **Alan Çalışması 4;** Alan çalışması 3 kapsamında verilmeye çalışılan analitik düşünce yapısının daha etkin bir şekilde kullanılmasına imkân veren, kapsamı genişletilmiş bir tasarım konusunda yapılan araştırmayı kapsar. Alan çalışması 3'ten farklılaştığı nokta, tasarım sürecinin bilgilenme aşamasında modelden elde edilen kriterlere ait sayısal değerlendirme verilerinin kullanılmasıdır. Bu aşamada kullanılan sayısal değerlerle ilişkilendirilmiş kriterlerin, tasarım bilgisi taşıdığı öngörülmektedir.

Gerçekleştirilen dört alan çalışmasında da geliştirilen kuramsal modelin uygulanması noktasında izlenen adımlar genel hatları ile aşağıdaki gibidir:

- Tasarım konusunda belirlenen amaçları karşılamada etkili olan kriterlerin belirlenmesi, (kriterler proje yürütücülerince belirlenecektir)
- Belirlenen kriterlerin hiyerarşik organizasyonunun oluşturulması,
- Her bir yürütücünün kriterler hakkındaki düşüncelerini ifade ettiği bir anket çalışmasının yapılması,
- Anket çalışması üzerinden tüm kriterlerin birbiri üzerindeki önem derecelerinin belirlenmesi,

- Her bir alternatifin belirlenen her bir kritere göre değerlendirilmesi,
- Tasarım alternatiflerinin ağırlıklı performans değerlerinin elde edilmesi.

Bu anlayışla hazırlanan çalışmanın organizasyonu ana hatları ile aşağıda belirtilmiştir.

Mimari tasarım sürecinde karar vermeye yardımcı bir bulanık çok ltl karar verme yönteminin geliştirilmesinin amaçlandığı bu çalışma 5 ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, bu akademik çalışmanın gerçekleşmesinin arkasında yatan motivasyonel faktörleri, çalışmanın önemini, amaçlarını ve çalışmada izlenen yaklaşımı içermektedir. İkinci bölümde, temel kavramlar mimari tasarım, mimari tasarım süreci, karar verme, karar verme süreci, değerlendirme ve değer kavramları üzerinde durulmuş, genel olarak mimarlıkta değerlendirmenin amacı ve karar verme yöntemleri incelenmiştir. nc bölümde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Teorisi ile Bulanık AHS yaklaşımları açıklanarak, bu yaklaşımlar üzerine temellenen, mimari tasarım sürecinde karar vermeye yardımcı bir yöntem nerisi sunulmuştur. Dördüncü bölümde, geliştirilen kuramsal yöntemin mimari tasarım sürecinde uygulanabilirliği ve potansiyellerinin belirlenmesi sürecinde izlenen araştırma yöntemi sunulmuştur. Son bölümde ise çalışmanın genel sonuçları özetlenmiş ve gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 2

KURAMSAL ÇERÇEVE

İlerleyen teknolojik olanaklar, artan çevresel kaygılar, değişken ekonomiyle gelen hız talebi ve beraberinde getirdiği belirsizlik durumu, tasarımlardan beklenen istek ve gereksinmelerin hızla değişmesine neden olmaktadır. Bu durum yeni tasarımlardan beklenen performans şartlarının sağlanmasında, artık tasarımcının kişisel tecrübe, yetenek ve bilgi derecesi ile altından kalkamayacağı bir ortamın oluşmasına neden olmuştur. Bu karmaşık ve değişken ortamda, gelişen teknolojik olanaklar paralelinde tasarımlardan beklenen istek ve gereksinmeleri karşılayacak, çevreye duyarlı yaşama alanlarının oluşturulmasında **yeni tasarım yöntemlerine** ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu anlayış doğrultusunda çalışma kapsamında geliştirilen tasarım yönteminde, karmaşıkleşan tasarım problemlerini **sistematik** bir anlayışla ele almada ve tasarım probleminin farklı parçalara ayrılarak **kavranabilir** bir ilişki düzeyine indirgemed e etkili olması öngörülmüştür.

Mimarlık pratiğı kişisel görüşün yoğun olduğı, tasarım esnasında oluş an **algılamalar** ve **gösterilen tepkiler** sonucu ulaşılan **yargıların, bireysel duygu ve düşüncelere** göre şekillendiğı bir alandır. Bu yönüyle geliştirilecek yeni tasarım yönteminin mimari tasarım sürecinde karar verme bağlamında yapılacak değ erlendirmelerde **insani boyutu** dolayısı ile **belirsizlikleri** ifade etmed e etkili olması hedeflenmiştir.

Belirlenen hedefler kapsamda bir **bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin** geliştirilmesi amaçlanan çalışmanın bu bölümünde, karar verme özelinde geliştirilen yöntemin temellendiğı kuramsal yapı ile ilgili temel kavramların (tasarım, karar verme, değ erlendirme) tanımlamaları sunulmuş, tasarım süreci ve analizine yönelik yapılan çalışmalar ile karar verme süreci ve yöntemleri incelenerek değ erlendirilmiştir.

2.1 Tasarım Süreci ve Özellikleri

Etrafımızdaki yapılı çevreyi oluşturan hemen her şey bir tasarım süreci sonucu oluşmuştur. Bir tasarım başlatılır, geliştirilir ve kronolojik bir düzende olaylar dizisi olarak tekrarlanır. Tasarım süreci olarak ifade edilen ve Alexander'a göre [21], içinde örüntüleri (pattern) barındıran bu süreç sonunda çeşitli (yaratıcı) tasarım ürünleri elde edilirken, süreç içinde sergilenen tasarım eyleminin benzer özellikler taşıdığı kabul edilir. Bu anlayışla tasarım sürecinin modellenmesine yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan yöntem odaklı araştırmaların, tasarım sürecinin modellenmesine veri oluşturan tanımlamalar bütünüyle incelenmesi, çalışma kapsamında geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin kuramsal çerçevesinin anlaşılabilmesi için gereklidir. Bu doğrultuda bölüm kapsamında; tasarım ve tasarım sürecine ilişkin ilgili tanımlamalara yer verilmiş, tasarımın gerçekleştirilmesinde yaşanan değişim incelenmiş, tasarım eylemine özgü özellikler ele alınmış ve tasarım sırasında kullanılabilecek yöntemler incelenerek değerlendirilmiştir.

2.1.1 Tasarım Olgusu

Birçok alanda farklı yönleriyle ele alınıp değerlendirilen tasarım “bilgi üretme”, “düşünsel eylem”, problem çözme süreci”, “ürün” gibi farklı yaklaşımlarla tanımlanabilir. En genel anlamda tasarım; “*olmayanla ilgili kavram oluşturma ve oluşumunu olanaklı kılacak planlamayı kurgulamak*” olarak tanımlanmaktadır [8].

Aşağıda, çalışma kapsamında geliştirilen kuramsal yöntemin temellendiği, tasarlama eylemi ile ilgili ortaya konulan ve tasarım sürecinin modellenmesinde veri oluşturan tasarım tanımlamalarına yer verilmiştir. Buna göre **tasarım**:

- *Bir amaca yönelmiş problem çözme eylemi [23],*
- *Çok karmaşık ve çok değişkenli bir bilgi üretme eylemi [20],*
- *Belirsizlikler karşısında, hatalarına büyük cezalar ödenen bir karar verme işlemi [24],*
- *Seçme, karar verme, sorumluluk yüklenme evresi [25],*
- *Çözüme ulaşma eylemi farklı nitelikteki karar verme aşamalarını içeren bir süreç [22],*

olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan tanımlamalar çerçevesinde, çalışma kapsamında **tasarım**; çeşitli aşamalarında amaçlara ulaşmak için verilen kararlardan oluşan problem belirleme ve problem çözme yaratıcı eylemi olarak görülmektedir.

2.1.2 Tasarım Süreci Olgusu

Tasarım süreci; tasarım probleminin tanımlanması ile başlayıp, uygun çözüme ulaşılan kadar belli bir zaman-mekân ilişkisinde devam eden bilgi yoğun bir süreç olarak tanımlanabilir [26]. Bilgilerin elde edilmesi, bu bilgilerin farklı tasarım problemleri karşısında nasıl kullanılacağı ve uygulanacağı yorumlanması, saptanan amaçlar çerçevesinde tasarımcının süreç içinde vermesi gereken kararlarda belli bir karar verme tarzı ile hareket ederek tasarımın geliştirilmesi, tasarlama eylemi sonucu elde edilen tasarımın beklentileri ne oranda karşıladığının değerlendirilmesi, tasarım sürecinin kapsamı içinde görülmektedir.

Erdem [8], tasarımcı ortamın mimar olduğu durumlardaki tasarım sürecinin özelliklerini oportünist, aşamalı, keşfedici, karmaşık ve değişken olarak değerlendirmektedir. Aşağıda tasarım sürecinin bu özelliklerine ait kısa açıklamalara yer verilmiştir. Buna göre:

- **Oportünist:** Tasarımın bir dizi sabit işlemcinin sıralı bir düzende uygulanması ile gerçekleşmemesi, sürecin geriye dönüşlere imkân tanınması.
- **Aşamalı:** Süreç boyunca, herhangi bir anda ulaşılan tasarım durumunun yorumlanması, belirlenen stratejilere göre tasarımın iyileştirilerek geliştirilmesi ve daha iyiye ulaşılması.
- **Keşfedici:** Tasarımın, belli bir çözüm uzayındaki arayış yerine, yaratıcı düşünce eylemleriyle bilgiye dayalı bir keşif süreci boyunca ilerlemesi.
- **Karmaşık:** Her aşamada elde edilen olası çözüm ve sürecin sonunda elde edilen sonuç için geçerli olabilecek alternatif tasarımların, yaşanan değişim ve artan gerekliliklere cevap vermek adına çok geniş bir olası çözümler uzayını tanımlaması.
- **Değişken:** Tasarımcının süreç içinde konu hakkındaki bilgilenme ve deneyimlenmesi doğrultusunda verdiği önceki kararlarda değişikliğe gitmesi nedeni ile tasarım sürecinin önceki karar ve durumlara göre değişkenlikler ve tutarsızlıklar içermesi.

Bu anlayışla, bir tasarımın üstesinden gelmek için gereken bilginin karmaşıklığının düzenlenmesi ve tasarım süreci içinde bir tutarlılığın elde edilmesi için tasarım sürecinin sistematik bir kurgu ile yapılandırılması ihtiyacı vardır.

Tasarım sürecinin sistematize edilmesi ile ilgili erken dönem çalışmaları Tasarım Metotları Hareketi (*Design Methods Movement*) ile başlar. Hareketin tasarımcıları, tasarım amaçlarına ulaşmak için tasarım süreci esnasında bilginin sistematik organizasyonlarına odaklanmışlar ve tasarımcının nasıl düşündüğü ve ne şekilde tasarladığını anlamaya çalışmışlardır. Bu hareketin öncülerinden Jones [9], tasarım sürecinin üç temel aşaması olduğunu belirtmektedir. Bu aşamalar ve kısa açıklamaları aşağıda verilmiştir;

- **Analiz** aşaması, problemin tanımlanma sürecidir,
- **Sentez** aşaması, probleme çözüm oluşturma sürecidir,
- **Değerlendirme** aşaması, geliştirilecek çözümü belirleme sürecidir.

Bayazıt [1], analiz, sentez ve değerlendirme aşamalarının, bütün tasarımcıların uygulamalarında, tasarım süreci içinde baştan sona kadar devamlı tekrarlandığını belirtmektedir.

Çalışma kapsamında, geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin adapte edileceği **mimari tasarım süreci**; bilginin depolandığı, organize edildiği, üzerinde işlem yapıp kararların alındığı sistematik bir karar verme süreci olarak tanımlanmıştır. Kurgulanan bu sürecin kuramsal alt yapısının anlaşılabilmesi için bölümün devamında, tasarımla ilgili kuramsal çalışmalar yapmayı gerektiren süreç kısaca ele alınmış ve tasarım sürecinin analizine yönelik yapılan çalışmalar incelenip değerlendirilmiştir.

2.1.3 Tasarım Sürecinin Analizine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Endüstrileşme sonrasında değişen, gelişen teknoloji ve çeşitlenen toplumsal ihtiyaçlar, tasarım probleminin giderek karmaşılaşmasına neden olmuştur. Ağırlıklı olarak biçimsel unsurlara önem verilen geleneksel tasarım yaklaşımı ile karmaşılaşan tasarım problemlerinin çözümünde yetersiz kalınmış ve yeni tasarım yaklaşımlarının araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla, yöneylem araştırmaları, davranışsal psikoloji, sistem analizi gibi alanlarda kullanılan yaklaşımların tasarım alanında kullanılması ile bilimsel çalışmalarda olduğu gibi tasarım çalışmalarında da tekrar

edilebilirliğin sağlanması ve tasarımın dışlaştırılması hedeflenmiştir [27]. **Sistematik tasarım** ya da **yöntemli tasarım** olarak isimlendirilen bu tip tasarım yaklaşımlarına ilişkin ortaya konulmuş yöntemler iki grupta incelenmektedir [28]:

- Birinci kuşak tasarım yöntemleri (sistemci yaklaşım)
- İkinci kuşak tasarım yöntemleri (katılımcı yaklaşım)

Tasarım problemlerine rasyonel çözümler üretmek amacıyla olan bu yaklaşımlar; katı, kalıplaşmış ve sınırlı uygulamalar üzerinden yürütülmeleri dolayısıyla karmaşıkleşan tasarım sürecinde beklentileri karşılamada etkisiz kalmışlardır [29]. Bu durum zamanla tasarım araştırmalarında ilginin biliş bilimsel çalışmalara kaymasına neden olmuştur [3]. Yaşanan bu değişim çerçevesinde tasarım sürecinin de farklı yaklaşımlar kapsamında ele alındığı görülmektedir.

Bölümün devamında yöntem odaklı ve biliş bilimsel çalışmalara, tasarım kuramları ve metod yaklaşımları kapsamında ele alınmıştır. İzleyen bölümde, yaşanan değişimlere göre farklılaşan tasarım süreçleri sınıflandırılarak incelenmiştir.

2.1.3.1 Tasarım Kuramları ve Metod Yaklaşımları

Tasarım, tasarım süreci ile birlikte tasarımın sonucu olan ürünü de içine alan bir eylemi ifade eder. Bu eylemin gerçekleşme biçimine yönelik yapılan çalışmalarda, yöntemlerin sürekli mercek altında tutuldukları görülmektedir. 1960'lı yıllardan itibaren sürekli bir değişim içinde olan bu tasarım yöntemleri çalışma kapsamında;

- Yöntem odaklı çalışmalara
 - o Birinci kuşak tasarım yöntemleri (sistemci yaklaşım)
 - o İkinci kuşak tasarım yöntemleri (katılımcı yaklaşım)
- Biliş bilimsel çalışmalara

biçiminde sınıflandırılmıştır.

Birinci Kuşak Tasarım Yöntemleri:

Birinci kuşak tasarım yöntemlerinde, tasarım eyleminde dönüştürme sürecinin düzenlenmesine odaklanılmıştır. Sistemci tasarlama yaklaşımıyla sürecin düzenlenmesinde;

- Bir tasarım problemine ait parçaların birbirine ve bütüne göre durumları ve ilişkileri ortaya konularak, tasarım problemine ait strüktürün belirlenmesi amaçlanır. Benzer şekilde olaylar ile nedenleri arasındaki ilişkiler araştırılarak, nedenler ve gözlemler dışlaştırılmaya, kendi kendini denetleyen bir sistemle sonuçların açıklanmasına çalışılır. Amaç tasarım problemini sistem düzeyinde kolay uğraşılabilir bir duruma getirmektir.
- Tasarımcının düşünme olgusu dışlaştırılarak, sürecin sistemleştirilmesi amaçlanır. Bu dışlaştırma işi sözlerle, matematik sembolleriyle ya da çizimlerle anlatma biçiminde olmaktadır. Amaç tasarımcının eylemini yinelenabilir, anlaşılabilir ve denetlenebilir duruma getirmektir [1].

Yapılan çalışma yeterli ya da ortalama bir sonucu elde etmek üzere izlenmesi gereken yolu tanımlamaya yöneliktir.

Heath [30], bu tip bir yaklaşımın, gerçek hedefin basit ve kesin ama bunu gerçekleştirmek için kullanılabilecek donanımların karmaşık olduğu askeri teknolojilerde ya da uzay teknolojilerinde kullanılabılır bir özellik taşıdığını ifade eder. Buna karşılık mimarlık pratiğinde hedef karmaşık ve bulanık, bunu gerçekleştirmek için gerekli donanımlar ise son derece basittir. Mimarlıkta tasarımla ilişkili temel problem, çözümü gerçekleştirecek donanımları belirlemek olmadığından, iyi tanımlı ve sınırları belirli problemler için uygun olan birinci kuşak tasarım problemlerinin mimari tasarım alanındaki kullanımları sınırlı olmuştur.

İkinci Kuşak Tasarım Yöntemleri:

İkinci kuşak tasarım yöntemlerinde, birinci kuşaktan farklı olarak problemin iyi tanımlı olmadığı kabulü yapılmış ve çalışmalarda problemin tanımlanmasına odaklanılmıştır. Problemin tanımlanmasında öncelikle bir hipotez ortaya atılmakta, tartışma ya da görüşlerle bu hipotezin doğruluğu/uygunluğu araştırılırken aynı zamanda çalışma alanının sınırları ortaya konulmaktadır. Problemin tanımlanması ardışık olarak geliştirilen ve test edilen hipotezlerle gerçekleştirilmektedir. İkinci kuşak tasarım yöntemleri, tasarlanan ürün ile ilişkili tarafların (kullanıcı, tasarımcı, üretici, vb) eşitliğine, kararların tartışılarak alınmasına, ele alınan problemin daha büyük bir problemin parçası olabileceğine, tasarımda alınan kararların açık olmasına dayanmaktadır [30].

1960'lı yıllar ile başlayan yöntem odaklı çalışmalar sürekli bir değişim içinde olsa da ağırlıklı olarak teorik çalışmalar olarak kalmış, pratik uygulamaya geçirilememiş ve çözüm üretmede yetersiz kalmışlardır. 1980'li yıllara gelindiğinde tasarım araştırmalarında **ilgi** bilgi ve bilginin nasıl oluşturulduğu, kullanıldığı ve iletildiği ile ilgili **biliş bilimsel çalışmalara** yönelmiştir. Ancak her iki kuşak tasarım yaklaşımının da biliş bilimsel tasarım yaklaşımları ile günümüz tasarım uygulamaları ve araştırmalarına oldukça fazla katkı sağladıkları görülmektedir [3], [29].

Biliş Bilimsel Çalışmalar:

Uluoğlu [3], bilgi ve bilginin nasıl oluşturulduğu, kullanıldığı ve iletildiği ile ilgili çalışmaların mimari tasarım alanındaki yansımalarını dört grupta değerlendirmektedir:

1. Enformasyon bilimi kaynaklı çalışmalar;
2. Lengüistik kaynaklı çalışmalar ki, bunlar arasında türetici gramerlerden ve türetmenin temelinde yatan (dil) kurallarının araştırılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır;
3. Bilme/öğrenme kuramına dayalı ve ağırlıklı olarak bilişsel tarzları göz önüne alan çalışmalar;
4. Tasarım alanının içinden bakışlar, yani bizzat stüdyo deneyiminden yola çıkarak onun kendi kuramını oluşturma çabaları.

Enformasyon bilimi kaynaklı çalışmalar ile bilimsel alanda geliştirilmiş kuramlardan enformasyon kuramına dayandırılarak tasarım bilgisinin açıklaması/tanımlanması hedeflenmektedir.

Eastman'ın [31], bu kapsamdaki bir araştırması, tasarlama süreci içerisinde enformasyonun nasıl kullanıldığına ilişkin stratejileri açıklamaya yöneliktir. Eastman'ın tasarımı sezgisel (*tasarımcıların gerek eğitimleri gerekse mesleki pratikleri boyunca edindikleri deneyim*) bir süreç olarak ifade ettiği bu çalışmasında ulaştığı sonuçlardan bazıları şöyledir:

- Tasarım probleminin çözümlenmesinde soyuttan somuta değil, somuttan soyuta bir gidiş söz konusudur. *Soyut ilişkiler ve nitelikler üretilir, sonra bunu fiziksel elemanlara uygulamak yerine, önce eleman ele alınır ve nitelikleri saptanır [31].*

- Tasarım süreci kısıtlamalarla ilerlemektedir. *Yeni bir enformasyon aşamasına geçişte uygulanan işlemler arasında tek veya bir dizi yönlendirmenin bir kısıtlama ile birleştirilmesi gibi stratejiler mevcuttur [31].*

Yine enformasyon işleme modelinden hareketle mimarların nasıl tasarladıklarına ilişkin çalışmasında Akın [32], on bir enformasyon işleme mekanizması tanımlar. Bunlardan sekizi (*enformasyon edinme, problemi yorumlama, problemi temsil etme, çözüm üretme, çözüm değerlendirme, algılama, çizim*) tasarım çözümlerini geliştirmede kullanılmaktadır. Diğer üçü ise (*tasarım planları, dönüştürme kuralları, tasarım sembolleri*) tasarımcının önsel (a-priori) bilgisini kapsamaktadır. *Tasarım sembolleri* tasarlamanın kelime dağarcığını oluşturur, tasarlama da kullanılan kavramlar ve/veya nesnelerin sembolik anlamda temelleridir. *Dönüştürme kuralları* bu semboller arasındaki semantik ilişkilerdir. *Tasarım planları*, bir amaca yönelik olarak bir durumdan diğerine geçişte yol gösterici stratejilerdir. Bu yaklaşımını, tanımlayıcı ve işlemci bilgi kategorileri kapsamında içerik ve amaç açısından aldıkları değişik biçimler çerçevesinde detaylandıran Akın [33], özel ve genel bilgi alanları ile nesneler, ilişkiler ve işlemciden yola çıkarak bir taksonomi geliştirmiştir.

Lengüistik kaynaklı çalışmalarda amaç, mimari biçimin dilini oluşturan kuralları oluşturmak ve bunlar aracılığıyla morfolojik çözümlemelerin ötesinde bu bilgiyi üretici bir niteliğe kavuşturmadır [3].

Leonardo'nun geometrik biçimlerden yola çıkarak merkezi plan tipli kilise için ürettiği planlar, bu tür yaklaşımların geçmişinin çok eskilere dayandırılabilirliğini ortaya koymaktadır. Üretici bir tasarım dili oluşturabilme amacıyla Alexander [34] örüntü dili yaklaşımını geliştirmiştir. Bu yaklaşım ile mevcut bir çevrenin bağlamı içerisine uyacak biçimde örüntülerin bir araya getirilmesiyle tasarım yapılabilirliğini savunmaktadır. Üretici gramerler son yıllarda daha çok bilgisayar destekli tasarım alanındaki çalışmalarda gündeme gelmektedir. Öncü örnekler arasında Stiny ve Mitchel'in [35] Palladio villaları, Koning ve Eizenberg [36] F. L. Wright'ın pencere tasarımları, Knight'ın [37] Japon çay odaları, yine Stiny ve Mitchel'in [38] Moğol bahçeleri için geliştirdikleri gramerler sayılabilir.

Bilme/öğrenme kuramı kaynaklı çalışmalarda, tasarım bir öğrenme süreci olarak ele alınır ve öğrenme biçimleri üzerine yapılmış araştırmalardan elde edilen sonuçların,

tasarım eğitimi alanına katkı sağlayacağı savından hareketle, psikolojik araştırmalara dayalı olarak geliştirilir [3].

Cross ve Nathenson [39] öğrenme konusunda yapılmış diğer çalışmalardan hareketle tasarımcının tasarım probleminde çözüm arama davranışlarını (bilişsel tarz) karşıt çiftler biçiminde dört grupta toplarlar. Bunlar:

- Daralan (kapanan) – genişleyen (açılan),
- Atak – temkinli,
- Çevreye bağımlı – çevreden bağımsız,
- Aşamalı (Dizgeci) – bütüncü.

Tasarım alanının içinden bakışlar, tasarım stüdyolarındaki bilgiyi anlama ve açıklama, böylelikle kendi deneyiminden yola çıkarak kendi bilgisini oluşturma arayışındaki çalışmalardır. Mimari stüdyolara yönelik yapılan en kapsamlı çalışmalardan ilki CESSA tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamında, tanınmış üç mimarlık okulu seçilerek, mimari tasarım stüdyoları incelenmiştir. Schön, Argyris ve Beinart'ın çalışmalardaki yaklaşımları dikkat çekici bulunmuştur [3].

Schön [40], bu proje kapsamında yer alan çalışmasında, stüdyo yürütücüleri ile öğrenci arasındaki iletişimden yola çıkarak on iki bilginin kullanıldığını saptar. Bunlar; program/kullanım, arsaya yerleşme, bina elemanları, mekân organizasyonu, biçim, strüktür/teknoloji, ölçek, maliyet, bina karakteri, örnekleme, temsil, açıklama olarak gruplanmıştır. Bu tür bir gruplama ile tasarım bilgisine ait içeriğin açıklanmasının hedeflendiği, hatta mimarlığın öznesinden çok nesnesi ile ilgili bilgilere yer verildiği de söylenebilir.

Argyris [41], bu proje kapsamında yer alan çalışmasında, proje yürütücülerinin stüdyoda benimseyerek öne sürdükleri tavır ile gerçekte sergiledikleri tavır arasında farklılıklar olduğunu öne sürmekte ve bu savı tanımlayıcı-işlemci bilgi tartışması üzerinden yürütmektedir.

Beinart'ın [42], bu proje kapsamında yer alan çalışmasında, bilmek-yapmak ya da tanımlayıcı-işlemci bilgi tartışması farklı bir açıdan ele alınır. Mimarlıkta bilgi ve uygulamanın ayrı öğrenildiği savından hareketle, mimarlık tarihinden örneklerin incelenmesiyle bu ayrımın giderilmesi için kuramsal bir müdahalenin gerekliliği tartışılır.

Goldschmidt [43], bu kapsamdaki bir çalışmasında düşünmenin salt dilsel olanla özdeşleştirilmesini eleştirerek görsel olarak düşünmenin de araştırılması gerektiğini öne sürer ve mimarlıkta eskiz yapmanın bir düşünme biçimi olduğunu açıklamaya çalışır. Görsel olmanın önemine Schön ve Wiggins [44] de değinmişlerdir; tasarlamadaki farklı görme biçimlerini tartışır ve tasarlamanın görme ve yapma ile yapma ve keşfetme ilişkilerine dayandığını söylerler.

2.1.3.2 Tasarım Süreci Sınıflaması

Tasarım araştırmalarında güncel yaklaşımların daha çok biliş bilimini temel alan çalışmalar bütününde gruplandırıldığı değişen bu yapı içinde tasarım süreci;

- Problem çözme süreci,
- Bilgi işletim süreci,
- Karar verme süreci

olarak sınıflandırılmaktadır [45]. Tasarım süreci ile ilgili olarak aşağıda yer alan alt bölümler bu başlıklar altında ele alınmıştır.

Problem çözme süreci olarak tasarım süreci:

Tasarım sürecinin, **problem çözme süreci** olarak kabul edildiği yaklaşımlarda; tasarım ardışık işlemler dizisi olarak görülmektedir ve ele alınan tasarım probleminin çözümlenebilir alt problemlere ayrılması esastır. Bu anlayışla tasarım sürecinin analizine yönelik yapılan çalışmaların çoğunda tasarlama olgusu **problem çözme eylemi** olarak ele alınmış ve tasarım metodolojisinin tasarımda problem çözmeye ait sistematik bir kurguya oturtulması ile ilgili çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalardan birinde Cooper ve Press [46], tasarımda yaratıcı problem çözme sürecini aşağıda belirtildiği gibi beş aşamada ele almaktadır. Bu aşamalar:

- Problemin formülasyonu,
- Problemin anlaşılması,
- Bilinç altındaki düşüncelerin açığa çıkmasına izin verilmesi,
- Yaratıcı fikrin belirmesi (su yüzüne çıkışı) ve
- Fikrin geliştirilmesi, test edilmesi.

Bu sınıflandırmaya göre tasarım probleminin formülasyonu yalnızca analitik bir durum değil, aynı zamanda tasarıma özgün bir bakış açısı da getirmektedir. Tasarımcının bilinçli bir alternatif ortaya koyması için uygun düşünce yapısına sahip olması gerekir. Bu düşünce yapısının elde edilmesi için, tasarımı çözüme götürecek bilgiye ihtiyaç vardır. Bu aşamada geri dönüşler ve eldeki problemin tanımlanması gerekir. Daha sonra tasarımcı, problemin içeriğine göre zihninde ve hayal gücünde ortaya çıkan yeni durumların üzerine giderek, bilinçaltındaki düşünceleri tanımlı hale getirir ve bunun sonucunda çözüm belirlemeye başlar [46].

Buna göre, sonucunda somut ve soyut ürünler elde etmeye çalıştığımız tasarım süreci tipik olarak tasarlanacak ürünün içeriğini analiz etmekle başlar. Bu analiz sonucunda, ayrı türden grupların bağlantılarındaki kopukluklar giderek detaylanır ve olası potansiyel çözümler ortaya çıkmaya başlar. Gereklilikler ve tasarlanacak ürünün içeriği tek bir çözümü işaret ediyorsa bu algoritmik olarak da tanımlanabilir. Sonuç olarak tasarılma eylemi bu yoğun ve genişletilebilir formdan elde edilen bir problemin dönüşümü olarak basitleştirilebilir.

Bilgi işletim süreci olarak tasarım süreci:

Tasarım sürecinin, **bilgi işletim süreci** olarak kabul edildiği yaklaşımlarda; tasarım konularının yanında farklı disiplinleri de içine alan bir model üretme çabası vardır. Bu anlayış çerçevesinde son yıllarda tasarım sürecine ait belli bir strüktürün kurulması ve model oluşturulması ile ilgili yapılan çalışmalar; endüstriyel alanda ürün geliştirme sürecinin modellenmesi, mühendislik tasarımı, tasarım yönetimi, bilgisayar destekli tasarımda interaktif ortamların sağlanması, analitik tasarım planlama teknikleri, bina tasarım sürecinde disiplinler arası ortamların senkronizasyonunun oluşturulması gibi alanlara kaymaktadır. Bu alanlarda ortaya konulan modellerdeki ortak bir bakış açısı, tasarım sürecinin bilgi işletim süreci olarak ele alınmasıdır. Bu doğrultuda geliştirilen modellerde; veri akış diyagramları, tasarım strüktür matrisleri, ilişkilendirme diyagramları, girdi-süreç-çıktı diyagramları, obje oryantasyonlu modelleme sistemleri gibi tasarımın tanımlı bir alanını detaylandırma veya tasarımdaki detaylandırabilecek bir veriyi modellemeye yönelik avantaj sağlayan teknikler kullanılmaktadır [47], [48].

Gelinen noktada tasarımı bir **bilgi işletim süreci** olarak ele alan çalışmaların günümüzde daha çok yapay zekâ alanına girdiği kabul edilebilir.

Karar verme süreci olarak tasarım süreci:

Tasarım sürecinin, bir **karar verme süreci** olarak kabul edildiği yaklaşımlarda; tasarım, çözüme ulaşma eylemi farklı nitelikteki karar verme aşamalarını içeren bir süreç olarak ele alınmaktadır. Bu aşamalarda tasarım stratejileri ve amaçlar belirlenip, tasarım problemine ait strüktür oluşturulmaktadır. Süreçte, tasarım probleminin karmaşık yapısı ve değişkenlerin sayıca fazla olması nedeniyle, her aşamadaki kararlar önceki aşamalarda alınmış kararlar üzerine yapılandırılmaktadır. Bu nedenle her aşama aynı zamanda kendi içinde bütüncül bir araştırma, inceleme ve karar verme sürecidir. Son çözüme ulaşılan kadar bu süreç döngüsel olarak tekrar edilmektedir [49].

Tasarım boyunca devam eden karar verme aşamalarında alt süreçlerin neler olacağına dair farklı araştırmacılar diğer alanlardaki yöntemlerin yardımıyla farklı seçenekler ortaya koymuş ve sistematik tasarım metotları geliştirmişlerdir (Çizelge 2. 1). Geliştirilen bu metot ve teorilerle; tasarım hatalarının, süreç içindeki tekrarların ve gecikmelerin azaltılması, bu yolla yaratıcılığı yüksek tasarım ortamları elde edilmesi, tasarım eğitiminin doğasının netleştirilmesi ve tasarımda bir metodolojinin oluşturulması amaçlanmıştır.

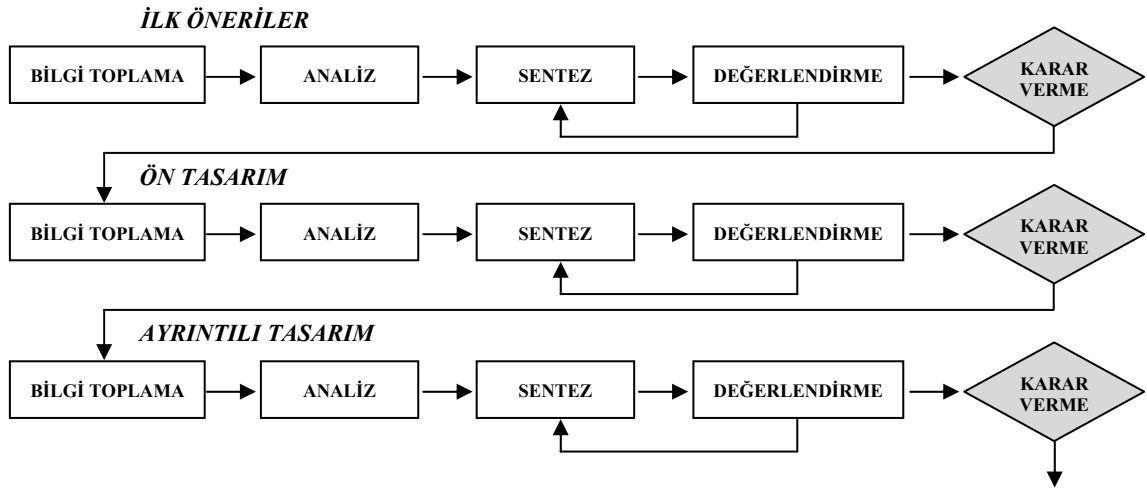
Çizelge 2. 1 Tasarımda karar verme süreci modelleri [9], [27], [50], [51]

Asimow'a göre tasarımda karar verme süreci
Analiz – Sentez – Değerlendirme – İletişim
Archer'a göre tasarımda karar verme süreci
Programlama – [Veri Toplama – Analiz – Sentez – Geliştirme] – İletişim
Cross'a göre tasarımda karar verme süreci
Keşfetme – [Meydana Getirme – Değerlendirme] – İletişim
Jones'a göre tasarımda karar verme süreci
Analiz – Sentez – Değerlendirme
Markus ve Maver'e göre tasarımda karar verme süreci
[Analiz – Sentez – Değerlendirme – Karar]
Darke'ye göre tasarımda karar verme süreci
Üretici – Varsayım – Analiz

Çizelge 2. 1’de ifade edilen karar verme süreci yaklaşımları tüm farklılıklarına rağmen tasarım problemini ele alma çerçevesinde incelendiğinde, temelde birbiriyle benzer özellikler taşıdığı görülür. Bu özellikler, çalışma kapsamında geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin adapte edileceği **mimari tasarım süreci** özelinde değerlendirildiğinde, süreç;

“Bilgi Toplama – Analiz – Sentez – Değerlendirme - Karar”

döngüsü olarak aşamalandırılmıştır. Öngörülen sistematik karar verme sürecindeki bu aşamalandırma, en alt düzeyden en üst düzeye doğru alınan her karar sonrası ulaşılan tasarım probleminin aşılmasında, döngüsel süreç olarak tekrarlanmaktadır. Süreçte karar adımlarının arttırılması ile karar verici adına tasarım düşüncesinin basitleştirilmesi ve böylece tasarım probleminin anlaşılabilirliğinin arttırılması hedeflenmiştir. Bu anlayış doğrultusunda çalışma kapsamında **bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin** adapte edileceği, karar verme süreci Şekil 2. 1’de gösterildiği gibi kurgulanmıştır.



Şekil 2. 1 Çalışma kapsamında öngörülen tasarımda karar verme süreci modeli

Öngörülen bu sistematik karar verme sürecinde, problem alanlarının sınırlarını daraltabilmek amacıyla, her karar daha önce alınan kararlar üzerine yapılandırılmakta ve tasarım gerçekleştirilirken genelden ayrıntıya doğru ilerleyen bir süreç tarif edilmektedir. Bölümün devamında kurgulanan süreçteki aşamaların kısa tanımlamalarına yer verilmiştir.

Bilgi toplama aşamasında tasarım probleminin sınırları belirlenmektedir. Süreçte tasarım hakkında doğru kararlar verebilmek için;

- Kullanıcı özellikleri, ihtiyaçları ve gereklilikleri,
- Tasarımın yer alacağı çevre,
- Yapı ve yapım sistemleri,
- İmkân ve kısıtlamalar

ile ilgili bilgiler toplanarak, bilgilenme ve öğrenme dolayısıyla tasarım problemine yaklaşma sağlanmaktadır. Tasarımın öğrenme ile eşdeğer görüldüğü yaklaşımlarda, insanın ancak öğrendikten sonra tasarlayabileceği ifade edilmektedir. Süreç içinde toplanan bu bilgiler tasarım problemi çözümünde kullanılmaktadır.

Analiz aşamasında tasarım problemi parçalara ayrılmaktadır. Süreçte tasarım problemine ilişkin o evreye kadar oluşturulmuş, değerlendirmede ölçüt olma olasılığı gösteren bütün enformasyon (hedefler, ihtiyaçlar, sınırlamalar, kriterler, vb) düzenlenmektedir.

Sentez aşamasında tasarım problemin alt parçaları yeni bir kurguyla bir araya getirilmektedir. Süreçte, analiz aşamasında tanımlanan tasarım problemine ilişkin çözüm önerileri (alternatifler) sistematik olarak araştırılmaktadır. Çözüm önerileri oluşturulurken analiz aşamasında ortaya konulmuş gereksinimler yönlendirici olarak kullanılmaktadır.

Değerlendirme aşamasında yeni kurgu sınanmaktadır. Süreçte, sentezde ortaya konulan tasarıma ait çözüm önerileri, analizde ortaya konulan ölçütlere bağlı olarak değerlendirilmektedir. Verilecek kararların etkin olabilmesi için, süreçte amaçların ve çözümün gerçekleştirilmesini sağlayabilecek tüm elde edilebilir çözüm önerilerinin (alternatiflerin) belirlenmesi gerekir.

Karar verme aşamasında, değerlendirme sürecinden elde edilen sonuçlara göre, ilerleyen evrelerde geliştirilmek üzere tasarıma ait uygun çözüm önerisi kesinleştirilmektedir. Süreçte karar verici durumundaki kişi veya gruplar ile alternatifler arasındaki somut ilişki kurulmakta ve karar vericiler gerçek anlamdaki kararlarını ortaya koymaktadırlar.

Sonuç olarak bu çalışmada karar verme süreci; bilgi depolanıp ve organize edilen, problem çözme eylemlerini izleyen ve çözüm alternatifleri arasında seçim yapılan sistematik bir tasarım süreci olarak kurgulanmıştır. Ancak ağırlıklı olarak bireysel süreç ve öznel değerlendirmelerin hâkim olduğu **mimari tasarım alanında**, tasarımcının

zihninde gerçekleşen eylemlerin tam olarak açıklanamaması ve gözlemlenememesi gibi sebepler böylesi **yöntem odaklı çalışmalara mesafeli** kalınmasına neden olmuştur. Dolayısı ile mimari tasarım sürecinde tasarımcıların genellikle problem çözümünü araştırırken sezgisel düşünmeden (*belirli bir yöntem ya da süreç kullanmadan, büyük oranda bilinçdışı bir biçimde gerçekleştirilen bir düşünme eylemi*) yararlandıkları görülür.

Durum çalışma kapsamında değerlendirildiğinde; mimarlık pratiği gibi kişisel görüşün yoğun olduğu bir alanda, amaçlanan bir tasarım işinin sistematik bir karar verme süreci ile tasarlamasında görülen en büyük sorun; gerek tasarım aşamasında üretilen alternatiflerin, gerekse süreç sonunda elde edilen son nihai tasarımların **neye göre değerlendirileceği** ve **nasıl karar verileceği** noktasında oluşmaktadır. Dolayısı ile geliştirilecek karar vermeye yardımcı yöntemin öngörülen sistematik kurgu içinde, **nesnel değerlendirme** yanında, mimarlığın bünyesinde bulunan **öznel değerlendirmeleri** de (kütlesel, mekânsal, anlamsal, form ve onun deneyimine ilişkin aktarımlar) ifade etmede etkili olması gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen eksiklikleri gidermek için çalışma kapsamında geliştirilen karar verme yöntemi, birçok alanda başarılı bir şekilde kullanılan **karar teorisinden** yararlanılarak kurgulanmıştır. Karar teorisinin geliştirilen model kapsamında kullanılmasındaki öncelikli hedef; karar verme sürecindeki belirsizliği ve karmaşıklığı azaltmak suretiyle olası alternatiflerin sistematik biçimde değerlendirilmesi için karar vericilere yardım etmektir.

Çalışmanın izleyen bölümü karar teorisi ile ilgili olarak iki aşamada ele alınmıştır. İlk aşamada mimari tasarımda bilinçli değerlendirme ve değer kavramı, tasarımda değerlendirme üst başlığı altında incelenmiş ve geliştirilecek karar verme modelinden beklentiler ile ilgili bir çerçeve oluşturulmuştur. İkinci aşamada modelin temellendiği tasarım kararlarına yardımcı **karar teorisi**, karar verme ile ilgili kuramsal içerik kapsamında incelenmiş ve çalışma kapsamında geliştirilen kuramsal modelin, karar verme modelleri arasındaki yeri yapılan bir sınıflandırma ile değerlendirilmiştir.

2.2 Tasarımda Değerlendirme ve Karar Verme

Herhangi bir sistemin sağladığı faydayı saptamak veya sistem alternatifleri arasından

birini seçmek için karar verme sürecinde değerlendirmeye gerek duyulmaktadır. Değerlendirme, başlıca görevi tanımlanmış olan amaca erişmek için gerekli alternatifleri seçmek ve bu alternatiflerin birbirleri ile olan karşılaştırmalarını nesnel olarak yapmaktır [2]. Karar verme sürecinde böylesi bir değerlendirmenin yapılabilmesi için karar verilecek nesne veya düşünce ürünün bir değere sahip olması gerekir.

Değer kavramının çeşitli alanlardaki tanım ve yorumu farklı olarak yapılmıştır. Felsefe alanında Lotze, değer kavramını varoluş ile insana özgü davranışlar arasındaki soyut bir ilişki olarak tanımlamaktadır. Perry bu alanda, nesne değerinin insan ilgisini çekme özelliğine bağlı olduğunu, Parker ise, değerlerin sadece eylemlerde ve deneyimlerde yattığını söylemektedir. Ona göre nesnelerin kendi başlarına değeri yoktur, beğenildikleri ve kullanıldıklarında değer yaratan bir özelliğe sahiptirler. Bu nedenle insanlar bir nesneden ziyade, o nesneden elde edecekleri zevki ve yararı ararlar [2].

Tasarım alanında yapılan tanımlamalarda da tasarımın yapısı ve tasarımda kabul edilen değerlendirme sentezlerine göre farklılıklar bulunmaktadır. Anstey [52], “değer”i bir nesnenin insanlara hizmet etme gücü, Stone, yararlar arasındaki ilişki, Fleming, seçim yapmak için gerekli temel, Siddall [53], ise bir tasarlama ürününün kullanıcı isteklerini tatmin etme niteliği olarak tanımlamaktadır. Mimari ürün için geçerli olabilecek en uygun tanımlamalar arasında, kullanıcı isteklerini ve gereksinmelerini temel alarak, bir nesnenin o gereksinme ve istekleri hangi oranda yerine getirip getirmediğini belirlemek amacıyla “değer” kavramını ifade etmeye çalışan, Anstey ve Siddall’ın tanımlamaları gösterilebilir.

Günümüzde, tasarımda **değerlerin** toplumsal ve teknolojik gelişmelerin ışığında hızla değiştiğini söylemek mümkündür. Değişen bu süreçte Bayazıt [1], tasarımda değerler ve olgular arasındaki ilişkiye dikkat çekmektedir. Ona göre tasarımda **olgular nesnelliği**, **değerler** ise **öznelliği** çağrıştırdığından, bu iki kavram arasında büyük, önemli bir ilişki vardır. Bu ilişki çerçevesinde çalışma kapsamında öngörülen, tasarımda değer ve değer yargılarının nesnelliğine ilişkin bir kuramın oluşturulabilmesi için, tasarım sürecindeki karar adımlarında değerlendirmenin bilinçli olarak yapılabilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın izleyen bölümünde mimarlıkta bilinçli değerlendirmenin amacı ve bu amaçla geliştirilecek yöntemlerin nasıl kurgulanması gerektiği ile ilgili bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır.

2.2.1 Mimarlıkta Bilinçli Değerlendirme

Mimarlıkta bilinçli değerlendirme, alternatifler arasından seçme veya bir ürünün hipotetik bir alternatif ile karşılaştırma işlemidir. Tapan [2], mimarlıkta bilinçli bir değerlendirmenin amacını, problemin tanımlanmasında belirlenen kullanıcı istek ve gereksinimlerine bağlı olarak gelişen değer kriterlerinin sonuç üründe hangi oranda gerçekleştiğini saptamak olarak ifade etmektedir. Genel olarak mimarlıkta bilinçli değerlendirme yöntemleri ile amaçlananlar aşağıda belirtilmiştir. Buna göre:

- Optimum bir çözümün bulunmasına yardımcı olunması,
- Tasarlama sürecindeki aşamalar arasında geri dönüşlere, dolayısı ile sürecin denetlenmesine olanak sağlanması,
- Gelecekte tasarlanması söz konusu aynı tipolojik özelliği olan ürünlerin programlarına ve tasarlama süreçlerine veri sağlanması.

Mimarlık alanında gerek süreç içindeki alternatiflerin gerekse salt uç ürünün değerlendirilmesinde, süreç başında belirlenen değerlendirme kriterlerinin yeterli sayıda ve iyi tespit edilmiş olmaları daha gerçekçi bir değerlendirilmenin yapılabilmesi için önemlidir. Bunlarla birlikte mimari tasarım sürecindeki değerlendirmelerin daha bilinçli yapılabilmesi için geliştirilecek bilimsel yöntemlerde olması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir. Buna göre;

- Tasarım ürünün başarısında sıklıkla, farklı ölçme birimlerine sahip birden fazla ölçüt etkili olmaktadır. Değerlendirme sonucunda elde edilen değer yargılarının sağlıklı olabilmesi için, seçeneklerin değerlendirilmesi ve karar verilmesinde birden fazla ölçütün ve ölçme biriminin dikkate alınması,
- Değerlendirmede karar vericilerin tümü tarafından kabul edilmiş nesnelliğin esas alınması,
- Tasarım ürünün başarısında bütün kriterler aynı öneme sahip değildir. Dolayısı ile kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde, karar vericilerin kriterler hakkındaki kişisel görüşlerini ifade etmelerine olanak sağlanması,
- Mimarlık sezgisel, soyut, somut, ölçülebilir, ölçülemez, tahmin edilemez ve belirsiz özellikleri bünyesinde taşımaktadır [54]. Dolayısı ile belirsizliklerin ifade edilmesi ve bu belirsizliklerin, rasyonel olarak değerlendirilebildiği bir formata dönüştürülmesinde etkili olunması.

Özetle, geliştirilecek bir karar verme yönteminde, birbirinden farklı özelliklere sahip birden fazla ölçüt ile çalışmaya ve seçenekleri birbiri ile karşılaştırmaya olanak sağlayan, belirsizlikleri ifade etme ile değerlendirebilmede etkili bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu güne kadar geliştirilen tasarımda karar verme yöntemleri ele alındığında; karakter olarak soyut kavramlarla iç içe, karmaşık ve çelişkili bir yapıya sahip mimarlık işinin üretilmesinde, genellikle belirli bir yöntem ya da sürecin kullanılmadığı, dolayısıyla bu tarzdaki yöntem odaklı çalışmaların sınırlı sayıda gerçekleştirildiği görülür.

Bu nedenle çalışma kapsamında geliştirilen kuramsal karar verme yöntemi, mimari tasarım alanında bu amaç çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmalar içinde sınıflandırılmamıştır. Geliştirilen kuramsal yöntemin sınıflandırılması daha üst bir ölçekte karar verme yöntemleri altında yapılmıştır. Yapılan bu sınıflandırma ve yöntemin kuramsal alt yapısı karar teorisi altında izleyen bölümde sunulmuştur.

2.3 Karar Teorisi

Felsefe, ekonomi, sosyoloji, istatistik, idari bilimler ve yöneylem araştırmaları gibi farklı disiplinlerden önemli ölçüde etkilenmiş bir bilim dalı olarak **karar teorisinin** öncelikli amacı; karar verme sürecinde belirsizlik ve karmaşıklığın azaltılıp, olası alternatiflerin sistematik biçimde değerlendirilmelerini sağlayarak karar vericilere yardımcı olmaktır [12]. Karar teorisinin özünü teşkil eden **karar verme** ise; karar verme eylemini inceleyen analitik ve sistematik bir yaklaşımdır. İyi bir karar; matematiksel temele dayanmalı, eldeki tüm veriler ile muhtemel alternatifleri dikkate almalı ve bunlara sistematik bir yaklaşım getirebilmelidir [55].

Bir karar probleminin oluşması için, karar vericinin gerçekleştirmek istediği bir amacının bulunması, karar vericinin ortaya koyduğu amacını gerçekleştirebileceği ve arasından seçim yapabileceği birden fazla alternatif belirlemesi ayrıca seçimi yapabilmesi için bir değerlendirme ölçütü belirlemesi gerekmektedir. Halaç [56], bütün kararları kapsamak üzere, her karar eyleminde altı eleman bulunduğunu belirtir. Bunlar:

- Karar verici(ler): Mevcut seçenekler arasından tercih yapan kişi veya grubu yansıtır.

- Amaç veya ulaşılabacak sonuç: Karar verenin faaliyetleri ile elde edeceği amaçlardır.
- Karar kriterleri: Karar verenlerin seçimini oluşturmada kullandığı değer sistemidir.
- Alternatifler (seçenekler): $A_i, (i= 1,2,...,m)$ karar verenin seçebileceği farklı seçenek faaliyetleridir. Alternatifler karar verenin kontrolü altındaki kaynaklara bağlıdır ve kontrol edilebilir değişkenlerdir.
- Olaylar: $N_j, (j= 1,2,...,m)$ karar verenin kontrolü altında olmayan bağımsız değişkenlerdir. Karar verenin alternatif tercihini etkileyen çevreyi, olaylar yansıtır.
- Sonuç: Her bir alternatif ve olaydan ortaya çıkan değeri yansıtır.

2.3.1 Karar Tipleri

Karar analizi, alternatiflerin en iyisini seçmek için akılcı bir sürecin kullanılmasıyla ilgilidir. Seçilen bir alternatifin iyi olarak ifade edilebilmesi karar durumunun tanımında kullanılan verinin kalitesine bağlıdır. Karar verme durumu bu verilerin kontrol edilebilir, kontrol edilemez ve parametrik olmalarına ayrıca bilginin elde edilme metodu ile verilerin birbirlerini etkilemelerine göre değişir [1]. Bir karar verme durumu temel olarak aşağıdaki üç farklı karar probleminden birinin içerisinde değerlendirilebilir;

1. Verinin deterministik olarak bilindiği belirlilik altında karar verme,
2. Verinin olasılık dağılımlarıyla tanımlanabildiği risk altında karar verme,
3. Verinin, karar sürecindeki ilişki derecesini temsil eden bağıl ağırlıklara atanamadığı belirsizlik altında karar verme.

Belirlilik altında veri iyi tanımlanabilir, fakat belirsizlik altında veri bulanıktır. Bu durumda risk altında karar verme “yolun yarısı” olarak ifade edilmektedir [57].

2.3.1.1 Belirlilik Altında Karar Verme

Amaca götürecek araçların ve sonuçların kesin olarak bilindiği durumlarda kesin kararlar alınabilir. Belirlilik altında karar verme olarak nitelendirilen böyle durumlarda alternatiflerin değerlendirilebileceği tek bir olay bulunmakta, seçim için değişik kriterler

bulunmamaktadır. Çok sık rastlanılan bir durum değildir. Tasarım alanında, her şeyin kesin olarak bilindiği ve tasarımla ilgili her türlü çözüm alternatiflerine ait bilginin kesinleştiği durumlarda uygulanır [1], [57]. Belirlilik durumunda bir karar örneği aşağıda verilmiştir.

Bir mimarlık bürosunda tasarlanan bir projeye ait alternatifler arasından formları itibariyle en fazla enerji tasarrufu (en az ısı kaybı) sağlayacak alternatifin seçilmesi noktasında yapılan değerlendirme Çizelge 2. 2’de verilmiştir. Bu durumda en az ısı kaybını sağlayacak forma sahip olan Proje 3 seçilen alternatif olmaktadır.

Çizelge 2. 2 Belli bir kritere göre en iyi alternatif projenin seçimi

Alternatifler	Olay (ısı kaybı yüzdeleri)	(Kararlılık olayı)
Proje 1	%11	
Proje 2	%17	
Proje 3	%9 ←	Seçilen alternatif
Proje 4	%22	

2.3.1.2 Risk Altında Karar Verme

Olay sayısı birden fazla ve olayların olasılıkları bilinirse risk durumunda karar probleminden söz edilir [56]. Olasılıklar bulunduktan sonra aşağıda gösterilen örnekte olduğu gibi problemi belirlilik durumuna getirecek hesaplamalar yapılır.

Bir inşaat firması üreteceği tip projelerin yapımı için iki yapım teknolojisinden birini seçme durumundadır (Çizelge 2. 3). Seçeneklerden;

- A1 teknolojisinin yatırım maliyeti 200 bin \$
- A2 teknolojisinin yatırım maliyeti 800 milyon \$’dır.

Çizelge 2. 3’te A1 ve A2 yapım teknolojilerine göre yapılacak projelerin başarısız, kabul ve başarılı olması durumlarında yatırımcıya kazandıracakları miktarlar ile bu üç durumun olasılık değerleri (P1, P2, P3) verilmektedir.

Çizelge 2. 3 Alternatif yapım teknolojilerin seçiminde riskin minimum yapılması.

Yapılma olasılığı	P1 = 0.1	P2 = 0.6	P3 = 0.3
Alternatif	Başarısız	Kabul	Başarılı
Alternatifler			
Yatırım (A1) Yapım Teknolojisi	-200	700	2000
Yatırım (A2) Yapım Teknolojisi	-800	400	4000

$$SD (A1) = (-200 \times 0.1) + (700 \times 0.6) + (2000 \times 0.3)$$

$$= -20 + 420 + 600 = 1 \text{ Milyon \$ kar}$$

$$SD (A2) = (-800 \times 0.1) + (400 \times 0.6) + (4000 \times 0.3)$$

$$= -80 + 240 + 1200 = 1.360 \text{ Milyon \$ kar} \quad \text{-----} \blacktriangleright \text{ seçilen çözüm (A2)}$$

Çizelge 2. 3'te belirtilen verilere göre A1 ve A2 teknolojilerinin seçimi problemini belirlilik durumuna getirecek hesaplamalar (SD (A1), SD (A2)) yapıldığında, A2 teknolojisinin firma için daha karlı bir yatırım olacağı görülmektedir.

2.3.1.3 Belirsizlik Altında Karar Verme

Olayların kesinliği olmadığı gibi olasılıklarının da bilinemediği problemler belirsizlik altında karar verme problemi olarak nitelendirilir. Belirsizlik altında karar verme, en zor ve en yaygın karar verme durumudur. Bu durumda alternatifler, alternatiflerin sayısı, ilgili şartlar ve olasılıklar bilinmemektedir [56].

Uygulama alanında genellikle problemleri basitleştirmek için sonuç kesin olarak biliniyormuş gibi davranılarak belirsizlik durumu ihmal edilir. Bu durumda karar verme işlemleri şansa ve bilinmeyen bazı faktörlere göre değişir. Belirsizlik altında karar verme durumunda olayların ve olasılıkların bilinmesi halinde tahmin yapabilmek için geliştirilen bazı modellerden yararlanılır. Aşağıda bu modellere ve kısa açıklamalarına yer verilmiştir;

- **Eşit olasılık durumu:** Bu modelde olayların eş olasılıkla ortaya çıkacağı kabul edilir. Bir şeyin olması veya olmaması, yazı tura atmak gibi durumlar bu yaklaşım örnek verilebilir.
- **Kötünün iyisi:** Oluşacak en kötü durumların içinden en iyi durumun elde edileceği bir yaklaşım şeklidir.
- **En iyinin seçimi:** Bu model en iyi sonucu veren alternatifin risk düşünmeden seçilmesi esasına dayanır.
- **Maksimum-minimum kazanç karşılaştırması:** Modelde maksimum ve minimum kazançlar belirlendikten sonra kazancın maksimum ve minimum olma olasılıklarının hesaplandığı bir süreç izlenir. Süreç sonunda en yüksek değere sahip olan alternatif seçilir.

- **Zararın en düşük olması:** Bu model belirsizlik durumunda pişmanlığı minimumda tutmayı amaçlamaktadır. Bunun için elde edilen sonuçların en az zarar vereni seçilmeye çalışılır [1].

Mimari tasarımda gerek süreç içindeki alternatiflerin gerekse salt uç ürünlerin değerlendirilmesi esnasında yapılan karar verme eylemlerinin nitelikleri incelendiğinde; ilk anda sezgiselliğin ve yaratıcılığın hâkim olduğu mimari tasarım sürecinde karar verme eylemlerinin tamamen belirsizlik altında olduğu düşünülebilir. Ancak malzeme çeşitleri, üretim metotları, işletme sistemleri, bilimsel ve teknolojik ilerlemeler tasarım süreci ve sonrasındaki değerlendirme aşamasında alınan kararların belirlilik altında karar verme olarak nitelendirilmesini gerektirir.

2.3.2 Karar Verme Süreci

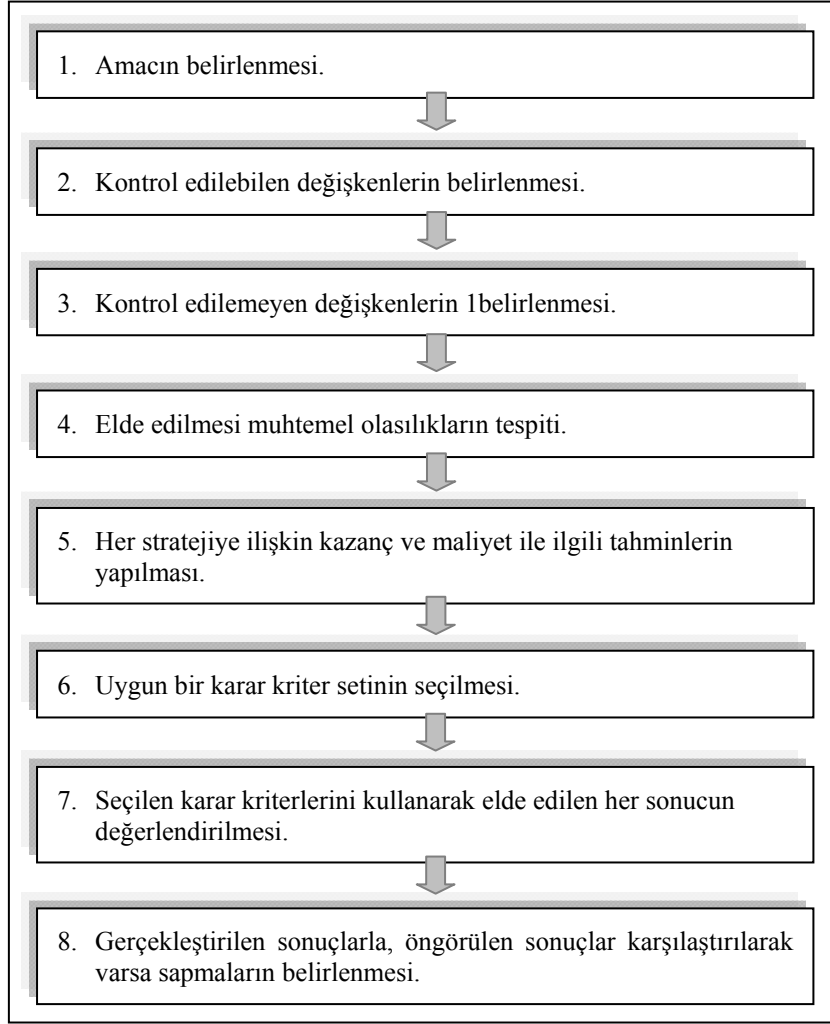
Karar verme, karar verenin tercihleri ve değerlerine göre, alternatiflerin tespit edilmesi ve seçilmesi işlemi olup, karar süreci de bu işlemlerin sırasıyla yapılması yoluyla gerçekleşmesidir [58]. Karar verme sürecini etkileyen faktörler arasında; doğa koşulları, karar verici, ulaşılmak istenen amaçlar, seçenekler, seçeneklerin sonuçları ve seçenekler arasından seçim yapılması gibi faktörler bulunmaktadır. Karar sürecinin temelde ardışık olarak yerine getirmesi gereken ana faaliyetleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Problemin tespiti,
- Çözüm yollarının belirlenmesi,
- En uygun çözüm yolunun seçimi.

Bu sürecin herhangi bir karar verme modelinde takip edilmesi gereken aşamaları daha ayrıntılı olarak Şekil 2. 2’de belirtilmiştir.

Genel olarak iyi bir kararın etkili ve rasyonel olmasında, kararın zamanında, hızlı bir şekilde alınması ve hızla uygulanması büyük önem taşır. İyi bir karar modeli oluşturabilmek için, karar vericinin ve kararlarla ilgili diğer uzmanların, karar problemine yönelik düşüncelerinin, belirsizlikle ilgili yargılarının ve kişisel tercihlerinin tam olarak tespit edilmesi gerekmektedir. Dolayısı ile iyi bir karar verme; karar probleminin doğru belirlenmesini, değişik alternatiflerin ve karar problemine etki eden tüm faktörlerin göz önüne alınmasını, faktörlerle ilgili tüm bilgilerin doğru ve maliyet/etkin şekilde elde edilmesini, sentez ve değerlendirmenin mantıklı bir tekniğe dayandırılmış olmasını

gerektirmektedir. Tasarımda alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak yöntem(ler)in başarısı, gerçeklere uygunluğu oranında artmaktadır [59].



Şekil 2. 2 Karar verme sürecinde izlenen aşamalar

Karar verme sürecinde değerlendirme ve seçim yapma konusunda, çeşitli bilim dallarında değişik yöntemler ve teknikler geliştirilmiştir. İzleyen bölümde çalışma kapsamında geliştirilen kuramsal yöntemin karar verme yöntemleri içindeki yerinin anlaşılmasına yönelik genel bir sınıflandırma yapılarak kısa açıklamalarına yer verilmiştir.

2.3.3 Karar Verme Yöntemleri

Karşılaştığımız karar verme durumlarında, olayların tek veya çok kriterli olup olmadığını birbirinden ayırmamız çok önemlidir. Bir karar problemi, tek bir kriterle sahip olabilir. Bu durumda karar, tamamen mevcut tek bir kriterin aldığı en iyi değere

göre alternatifin belirlenmesi ile verilebilir. Bir optimizasyon probleminin klasik şekli ile karşı karşıya kaldığımız bu durumda: Objektif fonksiyon tek bir kriteri, kısıtlamalar ise alternatiften beklentileri ifade eder. Optimizasyon probleminin şekli ve fonksiyonel tanımlaması, lineer programlama, lineer olmayan programlama gibi çözüm için kullanılabilen farklı optimizasyon tekniklerine bağlı olarak değişir [60]. Ancak değerlendirme yaparken, tek bir kriter kullanmanın verimli olacağını söylemek oldukça zordur. Sadece çok basit ve rutin durumlarda, tek bir seçim kriterinin tamamen tatmin edici olacağı düşünülebilir [61].

Karar vermemizi gerektiren olaylar ve problemler çoğu kez birden fazla kriteri içermekte ve bu kriterler birbiri ile çelişebilmektedir. Çok Kriterli Karar Verme (Multi-Criteria Decision Making, MCDM), birden fazla ve genellikle birbirleri ile çelişen kriterlerin bulunduğu ortamlarda alternatifler arasından tercih yapmayı ifade eder.

2.3.3.1 Çok Kriterli Karar Verme

Karar vericinin sayılabilir sonlu sayıda veya sayılamayan sayıda alternatiften oluşan bir küme içerisinde en az iki kriter kullanarak yaptığı seçim işlemi “Çok Kriterli Karar Verme” (ÇKKV) olarak tanımlanmaktadır [62]. Karar verme sürecinde birden fazla kriter bulunduğu ve bu kriterler birbiriyle çeliştiğinden, çok kriterli karar verme problemlerinde seçilen alternatif “en iyi çözüm” olarak ifade edilir. Bu durum seçilen alternatifin, bazı kriterlere göre diğer alternatiflerden daha üstün, bazı kriterlere göre ise daha kötü olmasında kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak en iyi çözüm, karar vericinin kriterlere verdiği önceliğe göre tercih edilen alternatif olmaktadır [63].

Çok Kriterli Karar Verme problemleri birbirinden oldukça farklı olmasına rağmen, hepsinde bulunan ortak karakteristikler aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

- **Alternatifler:** Genellikle sonlu sayıda olan, karar vermede ele alınan ve sonunda seçilen seçeneklerdir.
- **Çok kriterlilik:** Söz konusu probleme bağlı olarak birkaç tane ya da çok daha fazla sayıda olabilirler. Kriterlerin sayısının fazla olduğu pek çok problemde, kriterler hiyerarşik bir yapıya sahiptirler. Bazı kriterler temel kriter niteliğini taşıırken, diğerleri bunların alt kriterleri; hatta bir ağaç yapısında alt kriterlerin de alt kriterleri şeklinde tanımlanabilmektedirler.

- **Kriterler arasındaki çelişki:** Genellikle kriterler birbirleri ile çelişmektedir. Kriterlerin benzer olması durumunda problem çok kriterli karar verme yapısına uymayabilir.
- **Uyumsuz birimler:** Her kriter farklı ölçüm birimlerine sahip olabilir. Bir otomobil seçiminde yakıt tüketimi litre/km olarak ifade edilirken, satış fiyatının dolar olarak ifade edilmesi gibi. Güvenlik ise sayısal olmayan yollardan ifade edilir. Sağlıklı bir karar alabilmek için bütün bu ölçüm farklılıklarının giderilmesi gerekir.
- **Karar ağırlıkları:** Hemen hemen her ÇKKV problemini çözebilmek için, her bir kriterin göreceli önemini gösteren bir bilgiye gereksinim duyulur. Kriterlerin göreceli önemi genellikle toplamı “bir” olacak şekilde normalize edilmiş bir ağırlıklar kümesi şeklinde verilir. N tane kriter olması durumunda, ağırlık kümesi aşağıdaki gibidir.
- **Karar matrisi:** ÇKKV problemleri basit olarak bir matris formatında ifade edilebilir. Burada sütunlar, verilen problemdeki kriterleri, satırlar ise alternatifleri belirtir [64]. Buna göre Çizelge 2. 4’te verilen karar matrisi D, $m \times n$ boyutunda bir matristir ve elemanları olan X_{ij} ’ler; genellikle A_i ile gösterilen i alternatifinin, K_j ile gösterilen j kriterine göre performans değerlendirmesini göstermektedir [65].

Çizelge 2. 4 Bir ÇKKV problemini ifade eden karar matrisi

D=		K_1	K_2	...	K_n
	A_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
	A_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
	...	...	...	...	...
	A_m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mn}

Çok Kriterli Karar Verme son yirmi yılda en hızlı gelişen problem alanlarından biridir. Altmışlı yıllardan beri sayısız yöntemlerle bu problemi çözmek için çok sayıda metod ileri sürülmüş ve geliştirilmiştir. Zimmerman’a [66] göre, bu konudaki modeller aşağıda belirtildiği gibi iki ana teorik akım altında toplanabilir. Bunlar:

- Birinci akım, “Çok Amaçlı Karar Verme” (ÇAKV) (Multi-Objective Decision Making, MODM),

- İkinci akım, “Çok Ölçütlü Karar Verme” (ÇÖKV) (Multi-Attribute Decision Making, MADM).

ÇÖKV, ÇKKV’nin bir dalı olmasına rağmen literatürde çok sık olarak aynı sınıf modelleri ifade etmek için kullanıldıkları görülür [64], [67].

ÇAKV modellerinin genel özellikleri, sürekli matematiğe dayandırılarak çözüm alanları aramaları, optimal uzlaşmacı çözümler belirlemeye çalışmaları ve genellikle, problemin matematiksel bir programlama modeli gibi modellenerek çözülebileceğini varsayımlarıdır. Alternatiflerin bir matematiksel programlama yapısı içinde dolaylı olarak tanımlandığı ve **sonsuz sayıda** olduğu sürekli durumlardaki karar vermeye dayanmaktadır. Ancak, matematiksel programlama uygulamada ÇAKV problemlerinin çoğunu çözemez.

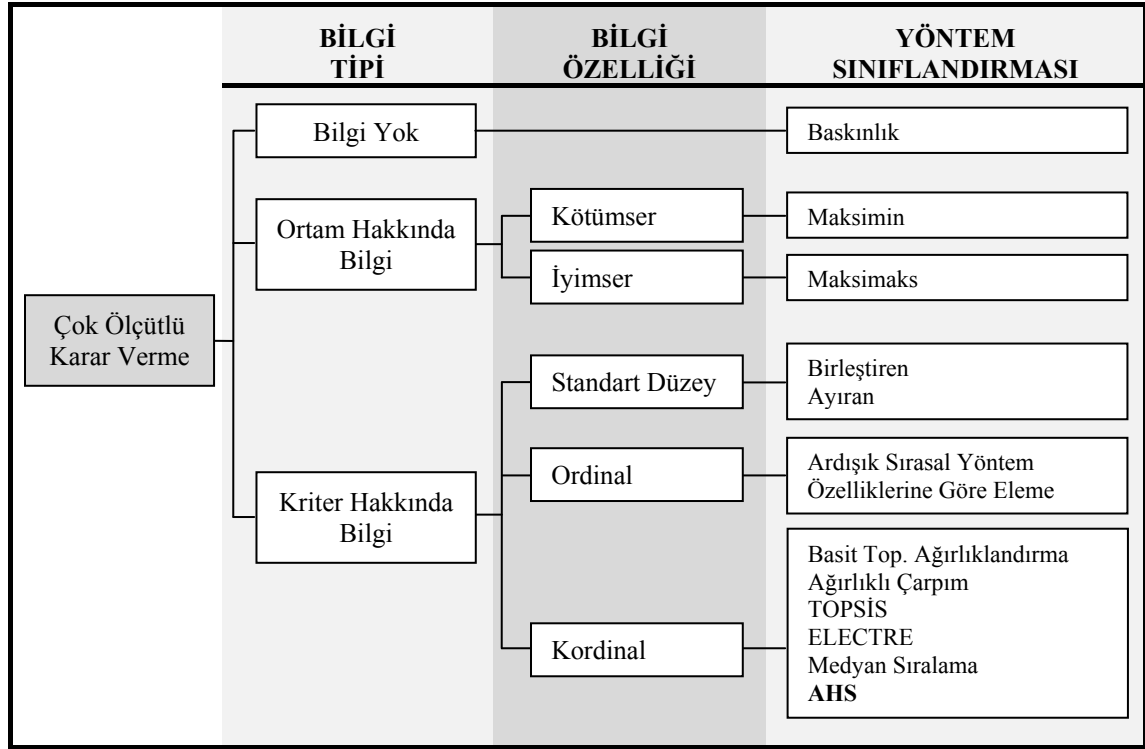
İkinci akımdaki modeller, optimal bir çözüm hesaplamak yerine, sınıflandırma işlemleri yoluyla çözüme ulaşmaya çalışan “Çok Ölçütlü Karar Verme” modelleridir. Hem birkaç kriterle ilgili olarak karar alternatiflerinin bir sınıflandırılması yapılmasına, hem de mevcut çözümler arasından “optimal” karar alternatifi bulunmaya çalışılır [67]. Seçeneklerin açıkça sonlu sayıda bir liste ile tanımlanabildiği kesikli karar uzayı ile ilgili problemlerde kullanılmaktadır [62].

ÇÖKV problemlerinde birbiriyle bağdaşmayan çoklu “kriterler”, “hedefler” ve “nitelikler” dikkate alınarak, mevcut “alternatifler”, “seçenekler” ya da “eylemler” içerisinden en iyinin seçilmesi hedeflenir. Bu yönüyle **tasarımda karar verme problemi çok ölçütlü bir karar verme problemi** olarak değerlendirilebilir. İzleyen bölümünde, kriter ve alternatif sayılarının, sınırlı olduğu ve alternatiflerin açıkça verildiği ÇÖKV yöntemleri sınıflandırılarak, çalışma kapsamında geliştirilen kuramsal yöntemin temellendiği yaklaşımlardan Analitik Hiyerarşi Süreci’nin (AHS) bu sınıflandırmadaki yöntemler arasındaki yeri incelenmiştir.

Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması:

Literatürde çok sayıda ÇÖKV yöntemi olup kullanılan veri tipine göre, deterministik, stokastik ve bulanık yöntemler olarak sınıflandırılabilir. Çalışma kapsamında ÇÖKV yöntemleri, Yoon ve Hwang’ın [64], karar vericiden alınan birtakım bilgilerin özellikleri ve tiplerine göre yaptıkları sınıflandırma esas alınmıştır (Şekil 2. 3).

Bu sınıflandırmaya göre yöntemler ilk olarak bilgi tiplerine göre gruplandırılmıştır. Eğer hiç bilgi yoksa, Baskınlık Yöntemi uygulanır. Bilgi ortam hakkında ise; kötümser bilgi durumunda Maksimin, iyimser bilgi durumunda Maksimaks yöntemleri uygulanır. Bilgi kriterler hakkında ise kriterlerin ağırlıklandırılması (kardinal), kriterlerin önceliklerine göre sıralanması (ordinal) ve kriterlerin kabul edilebilir minimum seviyede karşılaştırılmaları (standart düzey) ile yöntemler gruplandırılır.



Şekil 2. 3 ÇÖKV yöntemlerinin sınıflandırılması [64]

Baskınlık (Dominance) Yöntemi: Bu yöntemde bir alternatif başka bir alternatifle karşılaştırıldığında bir ya da daha fazla kritere göre kötü ise, geriye kalan kriterler açısından eşit bile olsa bu alternatif bastırılır. Aşağıda uygulanışı kısaca açıklanan yöntemin anlaşılması ve uygulanması oldukça kolaydır. Yöntemin olumsuz yönü; probleme bütünüyle bakıldığında bazen, bastırılmış seçeneklerin bastırılmamış seçeneklerden daha iyi olduğunun görülebilmesidir.

Yöntemin Uygulanışı:

1. İlk iki alternatif karşılaştırılır. Bir alternatif bir diğerinden bastırılmış ise, bastırılan atılır.
2. Kalan alternatif, üçüncü alternatif ile karşılaştırılır. Bastırılan seçenek atılır. Karar verme süreci bu şekilde sürdürülür.

3. (m-1) adımından sonra bastırılmamış olan alternatif belirlenerek süreç tamamlanır [64], [68].

Maksim (Maximin) Yöntemi: Bu yöntemde temel prensip, bir alternatife ait toplam performansın, onun en zayıf veya en güçsüz kriteri ile tanımlanmasıdır. Süreçte karar verici, hangi kriterin toplam performansı belirlediği hakkında bilgi sahibi değilse, kötümser bir davranış gösterir ve kötünün iyisini seçmeye çalışır. Anlaşılması ve kullanılması oldukça kolay olan yöntemde tüm kriterlerin genel bir ölçek ile ölçülebilir (değerlendirilebilir) olması gerekmektedir. Bir alternatifi yalnızca bir kriterin temsil etmesi ve diğer kriterlerin yok sayılması Maksimin Yönteminin en zayıf yönüdür.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Her alternatif için en zayıf kriterin değeri belirlenir.
2. En zayıf kriter oranları içinde en iyi değere sahip alternatif belirlenerek seçim yapılır [64], [68].

Maksimaks (Maximax) Yöntemi: Maksimin Yönteminin aksine, Maksimaks Yöntemi güçsüz kriterlerden ziyade iyi alternatifler arasından en iyisinin seçim işlemidir. Yöntem karar verme sürecinde, en iyi ölçüt oranları içindeki en iyi değere sahip alternatifin seçimi için kullanılır. Maksimaks yöntemi anlaşılabilir ve kolay kullanılabilir olmasının yanında alternatifin sadece bir kriter ile temsil edilip, diğer kriterlerin ihmal edilmesi olumsuz yönüdür.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Her alternatif için en iyi kriterin değeri belirlenir.
2. En iyi kriter oranları içinde maksimum değere sahip alternatif belirlenerek seçim işlemi yapılır [64], [68].

Birleştiren (Conjunctive) Yöntem: Karar verici tarafından belirlenen bütün kriterler için karşılanmasını istediği minimum değerlerin tümünü karşılayan alternatiflerin “kabul edilebilir”, diğerlerinin “kabul edilemez” olarak tanımlandığı bir yöntemdir. Kullanımı ve anlaşılması kolay olmasına rağmen, alternatife ait kriterlerden bir tanesi minimum değeri sağlayamadığında, diğer kriter değerleri çok yüksek bile olsa alternatifin elenmesi yöntemin olumsuz yönüdür.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Karar verici tarafından her kriter için kabul edilebilir minimum düzeyler belirlenir.
2. Her alternatifin, her bir kritere göre kabul edilen minimum değere eşit veya daha yüksek değere sahip olup olmadığı belirlenir. Eğer kriterler için belirlenen minimum değerler çok yüksek ise bütün alternatifler elenebilir.
3. Minimum değere eşit veya daha yüksek değere sahip olan alternatifler kabul edilir. Aksi durumdaki alternatifler reddedilir.
4. Bu şekilde belirlenen minimum standartlar arttırılarak alternatiflerin sayısı azaltılır ve sonuçta tek bir alternatife ulaşılması hedeflenir [64], [68].

Ayıran (Disjunctive) Yöntem: Karar vericinin belirlediği ve her kriter için karşılanmasını istediği alt düzeylerin en az birini karşılayan alternatiflerin “kabul edilebilir”, diğer alternatiflerin ise “kabul edilemez” olarak tanımlanarak alternatif kümesinin ikiye bölündüğü bir yöntemdir. Kriterlere ait minimum değerler (standartlar) doğru bir şekilde belirlenmezse bütün alternatiflerin standartları geçip seçilme şansı olması yöntemin olumsuz yönlerindendir.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Karar verici tarafından her kriter için kabul edilebilir minimum düzeyler belirlenir.
2. Her alternatifin, belirlenen kriterlerden en az bir tanesine göre kabul edilen minimum değere eşit veya daha yüksek değere sahip olup olmadığı belirlenir.
3. Bir alternatif, bir veya daha fazla kriter açısından minimum değere eşit veya daha yüksek değere sahip olursa kabul edilir sayılır. Aksi durumdaki alternatifler reddedilir.
4. Bu şekilde belirlenen minimum standartlar arttırılarak alternatiflerin sayısı azaltılarak tek bir alternatife ulaşılması amaçlanır [64], [68].

Ardışık Sırasal (Lexicographic) Yöntem: Yöntemde bazı karar verme durumlarında tek bir kriterin baskın olduğu görüşü temel alınmıştır. Bu anlayışla kriterlerin önem derecelerine göre bir sıralamasının yapılması esastır.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Tüm seçenekler en önemli kritere göre karşılaştırılır ve en yüksek değere sahip olan alternatif seçilir.
2. En yüksek değere sahip olan bir taneden fazla alternatif varsa, bu alternatifler bir sonraki en önemli kritere göre karşılaştırılarak, o kritere göre en yüksek değere sahip olan alternatif seçilir.
3. En son tek bir alternatif kalan kadar alternatiflerin sıralanmış bütün kriterlere göre değerlendirme işlemi devam eder [64], [68].

Özelliklerine Göre Eleme (Elimination by Aspects): Özelliklerine Göre Eleme yönteminde, Ardışık Sıralama yönteminde olduğu gibi tek kritere göre alternatifler arasında karşılaştırmalar yapılır. Farklı olan tarafı ise, kriterlerin önem sırasına göre değil, olasılık modunda (probabilistik) ayırım gücüne göre bir sıralamaya tabi tutulmalarıdır. Özelliklerine Göre Eleme yöntemini hızlandırmak için, en çok alternatif eleyecek kriter en başta kullanılır.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Karar verici tarafından her bir kriter için minimum bir düzey belirlenir.
2. Değerlendirmeye olasılık modunda en fazla farklılık gücüne sahip olan kriterle başlanır. Tüm alternatifler evet-hayır ölçeğinde veya minimum kabul edilen düzeye göre karşılaştırılır ve yetersiz bulunan alternatifler elenir.
3. Farklılık gücüne göre sıralanan tüm kriterler göz önüne alınarak, tüm alternatiflerin işleminden geçirilmesi ile tek bir alternatifin kalması hedeflenir [64], [68].

Basit Toplamlı Ağırlıklandırma (Simple Additive Weighting): Basit Toplamlı Ağırlıklandırma yöntemi, en çok bilinen ve en geniş uygulama alanına sahip ÇÖKV yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde;

- Tüm kriterler birbirinden bağımsızdır.
- Kriter ağırlığı, her kriterin değer fonksiyonundaki birim değişikliğinin bağlı değerleri ile orantılıdır.
- Her kritere ait katkıların toplamı ile bir indeks oluşturulur.

Basit Toplamlı Ağırlıklandırma yönteminde, kriter katkılarının toplama işlemini yapabilmek için verilerin aynı birime sahip olması gerekir. Eğer bunun aksi bir durum söz konusu ise, normalizasyon işlemi yapılır.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Her alternatif için toplam değer, o alternatif için çeşitli kriterlerdeki normalize değerleri ile, ağırlıkların çarpılıp, bulunan çarpım değerlerinin toplanması ile elde edilir.
2. En yüksek toplam değere sahip olan alternatif tercih edilir [64], [68].

Ağırlıklı Çarpım (Weighted Product) Yöntemi: Basit Toplamlı Ağırlıklandırma yönteminde, karar matrisindeki veriler arasında bir toplama işlemi yapabilmek için, veriler aynı birimden değilse normalizasyon yapmak gerekli iken; Ağırlıklı Çarpım yönteminde, kriterler birbirleriyle çarpıldığı için normalizasyon işlemine gerek yoktur. Karar vericinin düşük kriter değerlerine sahip olan alternatiflerden kaçınmak istediği durumlarda tercih edilen basit ve anlaşılır bir yöntemdir.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Her alternatif için toplam değer, o alternatife ait her kriter değerinin kriterin önem ağırlığına eşit kuvveti alınır. Daha sonra o alternatife ait diğer tüm kriterlerin sonuç değerleri çarpılır.
2. En yüksek toplam değere sahip olan alternatif tercih edilir [64], [68], [69], [70].

TOPSİS (İdeal Çözüme Benzerlik Yaklaşımı ile Tercih Sıralama Yöntemi): TOPSIS ideal çözüm ve alternatifler arasındaki mesafeyi hesaplayarak sıralama yapan bir yöntemdir [71]. Bir ÇÖKV probleminde; m adet alternatif ve bu alternatiflerin çözümünde kullanılan n adet kriter, $m \times n$ boyutlu bir uzay sistemi olarak düşünülebilir. TOPSIS yöntemi, seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak mesafede olmasını esas alır. Yöntemde kriterler sayısal ve karşılaştırılabilir olmalıdır.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Alternatifler için normalize edilmiş karar matrislerinin oluşturulması,
2. Alternatiflerin normalize edilmiş oranlarla ağırlıklandırılmış karar matrislerinin oluşturulması,

3. Pozitif ve negatif ideal çözümler belirlenmesi,
4. Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklık değerlerinin hesaplanması,
5. Her bir alternatifin pozitif ideal çözüme benzerliklerin hesaplanması,
6. Alternatifler, ideal çözüme yakınlıklarına göre sıralanması [71].

ELECTRE (Eleme Seçme ve Gerçek Çözüme Geçiş Yöntemi): ELECTRE yöntemi, alternatiflerin tercih sıralamasına göre birbirleriyle kıyaslanarak seçim yapılması esasına dayanır.

Söz konusu yöntem sayesinde karar verici, çok sayıda nicel ve nitel ölçütü karar verme sürecine dahil edebilmekte, kriterleri amaçları doğrultusunda ağırlıklandırabilmekte, kriterlerin verimlilik ölçülerinin büyüklüklerini seçebilmekte ve ağırlıklarını toplayarak en uygun alternatifi belirleyebilmektedir.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Alternatiflerin oluşturulması,
2. Kriterlerin belirlenmesi,
3. Kriterlerin önem derecelerinin saptanması,
4. Alternatiflerin Kriterlere göre değerlendirilmesi
5. Verimlilik ölçülerinin belirlenmesi,
6. Çözüm ve yorum.

Bu yöntemin gereği olarak bir başlangıç tablosundan hareket edilir. Bu tabloda, sütunlar alternatiflere, satırlar ise kriterlere ayrılır. Diğer yandan her kritere, diğerlerine göre taşıdığı önemi belli edecek şekilde ağırlık verilir. İkinci aşamada, alternatiflerin karşılaştırılmasına olanak veren uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri oluşturulur. Üçüncü aşamada; uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri için belirlenen minimum değerlere göre bu iki tablo sonuç değerlendirme tablosunda birleştirilir ve en uygun alternatif belirlenir [72].

Medyan Sıralama (Median Ranking) Yöntemi: Genellikle n sayıda veri değerlerinin sıralanması eğer gözlem sayısı küçükse, kolay olarak yapılabilen ve bu hesaplama kolaylığı merkezsel konum ölçüsü olarak medyanın tercih edilmesine bir neden olmaktadır. Ancak gözlem sayısı n arttıkça, alışılmış elle yapılan sıralama işlemleri gittikçe zorlaşmaktadır. Bu durumda ordinal sayılarda aritmetik işlemler yapmanın

fiziki ortamda karşılığı olmaması nedeni ile uygun bir sıralama yapabilmek için yöntemde bir uzaklık fonksiyonu tanımlanır. Bu fonksiyon, sıralamalar arasında bir anlaşma ve anlaşmazlık ölçüsüdür.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yöntemi: AHS, karar verme yöntemleri arasında ÇÖKV problemlerinin pratik çözümü için gerçek hayata en çok uyarlanıp başarılı sonuçlar alınmış yöntemdir [73]. AHS, karar verme sürecindeki nitel ve nicel faktörleri birleştirme imkânı veren güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntemdir. Bu yöntem bir karar verme durumunda, veriler kadar değerli olan bilgi ve deneyimlerin de dikkate alınması ilkesine dayanır ve problem için her bir amaç, kriter, alt kriter seviyeleri ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanır.

Yöntemin Uygulanışı:

1. Ayrıştırma (Decomposition): Karar verme probleminin olabildiğince küçük parçalara bölünüp, hiyerarşik olarak yapılandırılması.
2. Karşılaştırmalı karar verme: Bütün kriterler için ikili karşılaştırma matrislerinin yapılması. (İkili karşılaştırmalar hiyerarşik yapıda aynı seviyedeki kriterler arasında yapılır)
3. Önceliklerin Sentezi: Karar matrisleri kullanılarak kriterlerin göreceli ağırlıklarının hesaplanması. Alternatiflerin seçimi/sıralanması için göreceli ağırlıkların toplanarak sentezlenmesi [63].

AHS yönteminin, özellikle belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli karar verme durumlarında kullanılmaktadır. Bu nedenle, çalışma kapsamında geliştirilen kuramsal karar verme yönteminin temellendiği kavramlardan biri olarak **Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)** yöntemi belirlenmiştir.

Çalışmanın devamında **AHS** ile yöntemin temellendiği diğer kavramlar **Bulanık Mantık** ve **Bulanık Küme Teorisi** ile **Bulanık AHS** yaklaşımları detaylı olarak incelenmiştir.

MODELİN KURAMSAL YAPISI

Mimari tasarım sürecindeki alternatiflerin ve sonuç ürünlerin karar verme bağlamında değerlendirilmesine yönelik bir “**bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi**” geliştirilen çalışma kapsamında, yöntem aşağıda belirtilen üç temel yaklaşım üzerine inşa edilmiştir. Bu yaklaşımlar:

- Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS),
- Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Teorisi,
- Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci.

İzleyen bölümde bu yaklaşımlara ait kuramsal yapı detaylı olarak sunulmuştur.

3.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), 1970’li yıllarda Thomas Satty tarafından geliştirilmiş bir çok ölçütlü karar verme yöntemidir. Yöntem; belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yapılırken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli karar verme durumlarında kullanılır. Yöntemin uygulanması; karar alternatif ve kriterlerine göreceli önem değerleri verilmek suretiyle, yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanır ve bu uygulama esnasında karar süreci, çok ölçütlü karmaşık bir karar probleminin hiyerarşik bir yapı içinde ayrıştırılması ile düzenlenir [74], [75], [76], [77].

Analitik Hiyerarşi Sürecinde, kişilere daha iyi kararlar vermelerinde yardımcı olmak amacıyla, nasıl karar verecekleri noktasında bir yöntem kullanımını zorunlu kılmak yerine, kendi karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlanmaktadır [63]. Anlaşılmasının çok kolay olması ve basit matematik hesaplamaları içermesi sebebiyle,

AHS yöntemi büyük ilgi görmüş ve gerçek hayatta ekonomi, planlama, eğitim, sosyoloji ve bilişim bilimleri gibi birçok alanda kullanılmıştır.

Analitik Hiyerarşi Sürecinin dayandığı teori; gerçekte insanoğlunun hiçbir şekilde kendisine öğretilmemiş olmasına karşın tamamen içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasını yansıtır. Genellikle kişiler, çok sayıda ve birbirleri ile ilişkili öğeler seti ile karşılaşır, bunların ancak bir kısmını kontrol altında tutabileceğini anladığında, içgüdüsel olarak söz konusu öğeleri, gruplar halinde birleştirmeye çalışır. Analitik Hiyerarşi Sürecinin temelde gerçekleştirmeye çalıştığı amacı da, insanoğlunda doğuştan var olan bu gruplara ayırmaya yönelik beyinsel faaliyet sürecini taklit edip, söz konusu grupları sistemin belli bir düzeyinin öğeleri olarak yansıtmasıdır. Bu gruplar daha sonra, bir başka özellikler kümesine göre yine kendi aralarında gruplandırılıp, sistemin bir üst düzeyini oluştururlar ve süreç sistemin en üst düzeyine, karar verme sürecinin ana gayesini oluşturan öğeye ulaşana kadar devam eder [78]. Sonuç olarak AHS, çeşitli gözlemler sonucu oluşturulmuştur, insanoğlunun karmaşık bir problemi nasıl algılayıp biçimlendirdiğini gözler önüne seren bir model olarak tanımlanabilir.

3.1.1 AHS Yönteminin Uygulanışı

Bir karar verme probleminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken başlıca üç aşama vardır [63]. Bunlar:

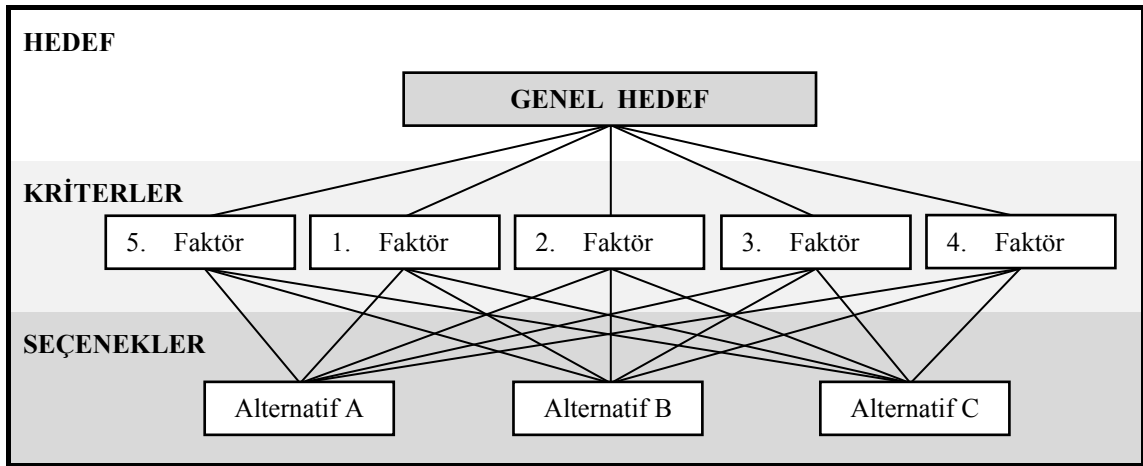
1. Ayrıştırma (Decomposition): Karar verme probleminin olabildiğince küçük parçalara bölünüp, hiyerarşik olarak yapılandırılması.
2. İkili karşılaştırma: Bütün kriterler için ikili karşılaştırma matrislerinin yapılması.
3. Sentezleştirme: Karar matrisleri kullanılarak kriterlerin göreceli ağırlıklarının hesaplanması. Alternatiflerin seçimi/sıralanması için göreceli ağırlıkların toplanarak sentezlenmesi.

3.1.1.1 Ayrıştırma

AHS yönteminde karar vericinin amacı doğrultusunda kriterlerin ve ona ait alt kriterlerin belirlenip, Şekil 3. 1'deki hiyerarşik yapının oluşturulması ilk adımdır [63]. Kişisel yargıların ve nesnel değerlerin mantıksal bir şekilde birleştirilerek problemin hiyerarşik yapısının oluşturulması, çözümün duyarlılığını ve bilgedeki değişimleri sınama olanağı verir. Hiyerarşik yapı çeşitli şekilde olabilir, fakat hepsi bir ana amaçtan

başlayıp, alt amaçlara, bu alt amaçları etkileyen kuvvetlere, kuvvetlere tesir eden kişilere, onların amaçlarına, politikalarına, stratejilerine ve son olarak da söz konusu stratejilerin çıktılarına doğru bir iniş gösterir. AHS modellerinde problemin hiyerarşik yapısının oluşturulması için izlenen adımlar genel olarak aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Hedeflerin listesinin çıkarılması,
2. Hedefleri gerçekleştirmek için gerekli kriterlerin belirlenmesi,
3. Her bir kriter için (n) adet olası karar alternatiflerinin belirlenmesi,
4. Hiyerarşik modelin oluşturulması [79].



Şekil 3. 1 AHS yönteminde problemin hiyerarşik şeması [80]

3.1.1.2 İkili Karşılaştırma

AHS probleminde hiyerarşik yapının belirlenmesinden sonra tüm elemanların birbiri üzerindeki göreceli önemlerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekir [81].

Günlük hayatta yeterince hafif ve el ile kaldırılabilir türden bir dizi nesne ile karşılaşıldığında, ortamda ağırlık ölçmek için gerekli bir alet bulunmuyorsa, ilk akla gelen yöntem, nesnelerin göreceli ağırlıklarını tahmin etmektir. Bunun bir yolu, tüm nesnelerin ağırlıklarını saptamak üzere hepsinin tek tek ele alınıp kaldırılması ve tüm grup ile karşılaştırılıp doğrudan bir ağırlık tahmini yapılmasıdır. Her birinin bu şekilde ağırlıkları tahmin edildikten sonra, toplam ağırlığa bölmek suretiyle nesnelerin göreceli ağırlıkları belirlenebilir. Mevcut bilgiden daha fazla yararlanmaya olanak tanıyabilecek bir başka yöntem ise, nesnelerin ikişer ikişer karşılaştırılması esasına dayanır. Buna göre önce bir nesne kaldırılır sonra ikinci bir nesne kaldırılır sonra tekrar ilk kaldırılan

nesne kaldırılır ve bu süreç her ikili grup için göreceli ağırlıklar saptanana kadar devam ettirilir. İkinci yöntem her seferinde salt iki nesneyi karşılaştırıp birbirleri ile nasıl bir ilişki içinde olduklarını saptamaya yöneliktir ve birinci yönteme kıyasla daha fazla aşama gerektirmesine karşın daha basittir. Bu nedenle genellikle sonucun geçerliliği hakkında değerlendirmeye olanak tanıyacak bir ölçeğin bulunmadığı durumlarda ikili karşılaştırmalar yapmak tercih edilir.

İkili karşılaştırmalar Analitik Hiyerarşi Süreci'nin en önemli aşamasıdır. Yöntemde göreceli veya mutlak ölçümler kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılır ve buradan elde edilen bilgilere göre AHS'de yargılar bir matrise dönüştürülür [63].

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken, karar verici her bir ikili karşılaştırma için; “eşit derecede önemli”, “orta derecede önemli”, “kuvvetli derecede önemli”, “çok kuvvetli derecede önemli”, “kesinlikle daha önemli” biçimindeki yargıları kullanır. Daha sonra bu sözel yargılar Çizelge 3. 1'deki 9'lu karşılaştırma cetveli yardımıyla sayısal değerlere dönüştürülür [81].

Çizelge 3. 1 AHS yönteminde kullanılan 9'lu karşılaştırma cetveli [82]

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli.	İki faktör aynı derecede önem taşımaktadır.
3	Orta derecede önemli.	İki faktörden biri diğerine göre biraz daha fazla önem taşımaktadır.
5	Kuvvetli derecede önemli.	İki faktörden biri diğerine göre oldukça önem taşımaktadır.
7	Çok kuvvetli derecede önemli.	İki faktörden biri diğerine göre çok daha fazla önem taşımaktadır.
9	Kesinlikle daha önemli.	İki faktörden biri diğerine göre kesinlikle daha önemlidir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler.	Tercih değeri birbirine çok yakın olduğunda kullanılır.

AHS yönteminde ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken, A_1 elemanının A_2 elemanına göre önem derecesi “w” olarak belirlenmişse, A_2 elemanının A_1 elemanına göre önem derecesi “1/w” olarak ifade edilir [57]. Buna göre; elimizde her birinin ağırlığı sırası ile ($w_1, w_2, \dots, w_n$) olan, n adet taşın ($A_1, A_2, \dots, A_n$), birbirlerine göre göreceli ağırlıklarının bir matris olarak ifadesi Çizelge 3. 2'de gibi gösterilir.

Çizelge 3. 2 İkili karşılaştırma matrisinin göreceli ağırlıklar cinsinden gösterimi

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	w_1/w_1	w_1/w_2	...	w_1/w_n
A_2	w_2/w_1	w_2/w_2	...	w_2/w_n
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
A_n	w_n/w_1	w_n/w_2	...	w_n/w_n

Verilen örnekte taşların ağırlıklarının tam olarak bilindiği varsayılır ise: A_1 ile A_2 'nin ağırlıklarını karşılaştırmak için önce A_1 tartılır (Ör. $w_1=305\text{gr}$) sonra A_2 tartılır (Ör. $w_2=244\text{gr}$) ve $w_1/w_2=1.25$ bulunur. Böylece " A_1 , A_2 'den 1.25 kat daha ağırdır" yargısına varılır ($A_{12}=1.25$). Bu durum, tam ve doğru ölçümün ideal durumudur ve w_1 ağırlıkları ile A_{ij} yargısı arasında (3. 1)'deki basit ilişki kullanılıp **D** matrisi elde edilir (Şekil 3. 2).

$$w_i / w_j = a_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (3.1)$$

$$D = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Şekil 3. 2 İkili karşılaştırma matrisi [84]

Söz konusu ideal durumda D matrisinin tüm a_{ij} değerleri; w_i / w_j değerlerine eşit, pozitif ve $a_{ij}=1/a_{ji}$ özelliğine sahip değerler olacaktır. Bu durumu taş örneği ile ilişkilendirirsek, $A_{12}=1.25$ olarak bulunduğuna göre $A_{21}=1/1.25$ olacaktır.

$a_{ij} = 1$, i ve j 'nin eşit derecede önemli olduğunu, $a_{ij} = 5$, i 'nin j 'den kuvvetli derecede önemli olduğunu, $a_{ij} = 9$ ise i 'nin j 'den kesinlikle daha önemli olduğunu yansıtır. 1 ile 9 arasındaki diğer değerler **ara değerler** olarak yorumlanır. Tutarlılık için $a_{ij} = k$, $a_{ji} = 1/k$ 'yi ifade etmelidir. Ayrıca **a**'nın tüm diyagonal a_{ii} elemanları, kendilerine bağlı kriterleri derecelendirdikleri için 1 olmalıdır [84].

3.1.1.3 Sentezleştirme

AHS yönteminde ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, karşılaştırılan her

bir elemanın “öncelik durumunun” tespit edilmesi gerekir. AHS’nin bu aşaması “sentezleştirme” olarak tanımlanır. Sentezleştirme işlemi için gerekli olan tüm matematiksel prosedür genel olarak aşağıdaki şekilde tanımlanabilir. Buna göre:

1. Aşama: İkili karşılaştırma matrisinin her bir sütununun toplamı hesaplanır.
2. Aşama: Her bir matris elemanı bu toplam değere bölünür. Her sütun için bu işlem gerçekleştirilir. Elde edilecek sonuç matrisi, “normalize edilmiş” ikili karşılaştırma matrisidir.
3. Aşama: Normalize edilmiş matrisin satır elemanlarının ortalaması hesaplanır. Bu ortalamalar, birbiri ile karşılaştırılan alternatiflerin öncelikleri konusunda bir tahmin sağlar [79], [83].

Bu prosedür, kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerine uygulanarak kriterlerin öncelik vektörü, daha sonra her bir kritere göre alternatiflerin ikili karşılaştırma matrislerine uygulanarak alternatiflerin öncelik vektörleri elde edilir.

Karar alternatiflerinin genel sıralamasını hesaplayan sistematiğe, kriterlerin öncelik vektöründe her bir kriterin önceliği, bir ağırlık değeri olarak kabul edilir. Buna göre genel öncelik, ilgili kriterin öncelik değeri ile bu kritere bağlı karar alternatifinin öncelik değerlerinin çarpım sonuçlarının toplanması ile elde edilir [79], [83].

AHS yönteminde verilecek son kararın güvenilirliği ile yakından ilişkili olan bir faktör, karar vericinin ikili karşılaştırmalar sırasında tutarlı davranmasıdır. Bu yüzden tutarlılık ile ilgili olarak AHS’de, karar vericinin karşılaştırma sonuçlarına paralel olarak, bir “tutarlılık derecesi belirleme” yöntemi geliştirilmiştir. AHS yönteminde ikili karşılaştırma matrisleri için hesaplanan tutarlılık oranı (TO) 0,1 seviyesinin üzerinde ise karar verici karşılaştırma değerlerini tekrar gözden geçirmelidir, 0,1 seviyesinin altında olan değerler ise kabul edilebilir niteliktedir ve problemin çözümüne devam edilir [84].

3.1.1.4 Tutarlılık

AHS yönteminde tutarlılık altı adımda gerçekleştirilen bir dizi aritmetik işlem sonucu bulunan tutarlılık oranının 0,1 seviyesinin altında veya üstünde olmasına göre test edilir.

1. İkili karşılaştırma matrisi ile bu matrise ait öncelik vektörü çarpılır. Elde edilen vektöre “ağırlıklandırılmış toplam vektörü” denir. Bu çarpma işleminde karar matrisi (A) ve öncelik vektörü (W) aşağıdaki şekilde ifade edilir [67],

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (3.2)$$

$$W = (W_1, W_2, \dots, W_m) \quad (3.3)$$

n hiyerarşideki kriter yada alt kriterlerin sayısı, m öncelik vektörü sayısıdır.

Karar matrisi ile öncelik vektöründen gelen ağırlık değeri çarpılarak “ağırlıklandırılmış toplam vektörü” (P), elde edilir.

$$P = A * W = \begin{pmatrix} w_1 a_{11} & w_2 a_{12} & \dots & w_m a_{1n} \\ w_1 a_{21} & w_2 a_{22} & \dots & w_m a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 a_{n1} & w_2 a_{n2} & \dots & w_m a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \end{pmatrix} \quad (3.4)$$

2. Elde edilen ağırlıklandırılmış toplam vektörünün her bir elemanı buna karşılık gelen öncelik vektörüne bölünerek üçüncü bir vektör elde edilir.
3. Adım 2’de elde edilen değerlerin ortalaması alınır ve buna “maksimum öz değer” denir ve λ_{max} simgesi ile gösterilir. λ_{max} , n değerine ne kadar yakın olursa, sonuç da o kadar tutarlı olacaktır.
4. Tutarlılık durumunda $\lambda_{max} = n$ olup, söz konusu eşitlikten sapma derecesini gösteren tutarlılık indeksi (3.5) formülü ile ifade edilir.

$$\text{Tutarlılık indeksi} = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (3.5)$$

5. Rassallık indeksi ikili karşılaştırma matrislerinin ortalama tutarlılık indeksini ifade eder. Tutarlılık indeksinin Çizelge 3.3’teki A matrisinin n değerine karşılık gelen “rassallık indeksine” (RI) bölünmesiyle elde edilen orana da “Tutarlılık oranı” denir. Bu oranın %10’dan küçük olması beklenir, aksi takdirde, tutarlılık düzeyi arttırılmaya çalışılarak yargılar yeniden gözden geçirilir.

$$\text{Tutarlılık oranı (TO)} = \text{Tutarlılık indeksi (TI)} / \text{Rassallık indeksi (RI)} \quad (3.6)$$

Çizelge 3. 3 Rassallık indeksi [62]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Karar teorisinin temel taşlarından birisi olan tutarlılık için hiçbir ölçüm türü kesin olarak garanti veremez. Bu yüzden bir miktar tutarsızlığa izin verilmelidir. Tutarsızlık aşırılıktan kaynaklanmaktadır ve tutarsızlığın %10 olarak alınması, karşılaştırmaları yapılan öğelerin özüne zarar verilmeden, ölçümlerde bir takım varyasyonların denenmesine olanak sağlayacaktır [63].

3.1.2 AHS Yaklaşımının Olumlu ve Olumsuz Yönleri

Birçok alanda yaygın olarak kullanılan AHS yaklaşımının olumlu yönlerini üç başlık altında değerlendirebiliriz. Buna göre:

- Karmaşık problemlerin çözümüne etkinlik:
 - o AHS, karar vericilerin karmaşık problemleri, problemin ana hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir.
 - o Karar vericinin hem objektif hem de öznel düşüncelerini karar sürecine dâhil edebilmesini sağlar [67].
- Anlaşılma ve kullanımla kolaylığı:
 - o AHS, karar vericinin hedefe ilişkin tercihlerini doğru bir şekilde belirlemesine olanak veren, uygulaması kolay bir karar verme yöntemi sağlar.
 - o Karar vericiler için, açık yargılardan çok karşılaştırmalı yargılara ulaşmak daha kolay olduğundan, anlaşılması kolay ikili karşılaştırma yaklaşımı AHS'nin en önemli avantajlarından biridir.
 - o AHS veri sentezleme faaliyetinin, Microsoft Excel programı üzerinden kolaylıkla yapılabilmesinin yanında; AHS'ye ait yazılım paketi Expert Choice, karar vericilerin uygulamayı kolay ve hızlı bir şekilde yapmalarına imkân verir [85], [86].

- Grup kararlarında kullanışlılık:

Bir grubun her üyesinin tüm kriterler için yargıda bulunacağı düşünülürse, bu yargıların bir uzlaşma sağlayacak şekilde birleştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada AHS, ikili karşılaştırma sürecinde birden çok kişinin yargılarının değerlendirilmesine olanak tanır [87].

AHS yaklaşımının olumsuz yönleri:

- Sıralama değişimi:

AHS için en fazla eleştirilen husus, ilk olarak Belton ve Gear [88], tarafından ortaya atılan sıralama değişimi kavramıdır. Bu kavram, kısaca, herhangi bir karar alternatifini probleme eklendiğinde veya çıkarıldığında karar alternatifleri sıralamasının değişmesi durumu olarak tanımlanabilmektedir [89].

- Tutarsızlık:

AHS'nin klasik mantık teorisi içinde uygulanmasında bazı tutarsızlıklar olduğu tartışılmaktadır. Bunlar:

- o Matrisin ağırlık oranı ile ilgili tutarsızlıklar,
- o İnsan yargılarında belirsizlik ve kesin olmama durumu her zaman vardır. AHS'de kararlar grup tarafından alınsa dahi insan faktöründen kaynaklanan sübjektifliğin tamamen ortadan kalkmaması, dolayısıyla bir konuda %100 emin olmama durumu vardır. Bu bir tutarsızlık olarak değerlendirilmektedir.

- AHS'nin bir diğer önemli eksikliği de, ikili karşılaştırmalar boyunca belirtilen tercihlerin belirsizliğini ifade etmede başarısız olmasıdır. Bu tercihlerin belirsizliği, çok ölçütlü karar vermede karar vericinin;

- o Her kriter ile ilgili her alternatifin performans değerlendirilmesinde,
- o Problemin tüm amacı ile ilgili olan değerlendirme kriterlerinin göreceli önemlerine karar vermesinde,

nitel değerlendirmeleri yapması için gereklidir.

Sonuç olarak, karar verme sürecini karmaşık ve ilginç hale getiren; kesin olmayan, özensiz ve öznel veriler mevcuttur. Bu belirsizlik, özensizlik ve öznelliği ele almak için yapılan girişimler temel olarak “**olasılık teorisi**” ya da “**bulanıklık küme teorisi**” aracılığı ile çözülebilir. Bunlardan ilkinde karar verme sürecinin rastlantısal doğası

üzerine odaklanılırken, ikincisinde insan davranışlarının özensizliği ve öznelliği ile ilgilenilmektedir. Olasılık teorisindeki istatistiksel analizler gibi rastlantısal metotlar da insan karar verme sürecinin öznelliği ve özensizliğini yeterli bir şekilde ele alamaz. Oysa yukarıda belirtilen eksikliklerin üstesinden gelmek için Bulanık Mantık ile AHS yönteminin kombine edilmesi sonucu gerçeğe daha uygun ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu tarz bir yaklaşım, insan karar alma işleminin yapısındaki kararsızlık ve belirsizliği yeterince idare edebilmekte ve karar alıcı için sonuç problemini anlamakta esneklik ve sağlamlık sağlamaktadır.

Bu nedenle çalışma kapsamında geliştirilen kuramsal karar verme yöntemi bu iki yaklaşımın bir arada kullanıldığı bir yöntem üzerine yapılandırılmıştır. İzleyen bölümde “Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Teorisi” ve “Bulanık AHS” yöntemleri ile ilgili kuramsal yapı incelenmiştir.

3.2 Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Teorisi

Temelleri eski yunan felsefesine dayanan, uygulamada ise yapay zekânın yönlendirici bir unsuru olarak kullanılan bulanık sistemler Aristoteles’ten günümüze, gelişen klasik küme üyeliği ile klasik küme mantığına karşı oluşturulmuş bir alternatiftir.

Bilindiği üzere klasik mantıkta kısmi doğrular yoktur, “doğru” ve “yanlış” ya da “1” ve “0”lar vardır. Oysa gerçek yaşam irdelendiğinde, hemen hemen hiçbir şey kesinlikle doğru veya kesinlikle yanlış değildir. Gerçek hayatta önermeler genelde, kısmen doğru şeklinde değerlendirilir ve bu tür önermelerin tanımlanmasında klasik mantık yetersiz kalmaktadır. Bulanık mantığa da klasik mantığın gerçek dünya problemleri için yeterli olmadığı durumlar dolayısıyla ihtiyaç duyulmuştur.

Bulanık mantık (fuzzy logic), mantık kurallarının esnek ve bulanık bir şekilde uygulanmasıdır. Bulanık mantığın esası, Bulanık Küme Teorisi’ne dayanır. Bulanık Küme Teorisi, temelde insan düşünce ve algılarındaki belirsizlikle ilgilenir ve bu belirsizliği sayısallaştırmaya çalışır. Bu sayede bulanık mantık, insanın sağduyusuna dayanılarak akıl yürütülen durumların matematiksel olarak modellenbilmesine imkân tanır ve oluşturulan modelde her şey bir değer ile ifade edilebilir [17], [90].

3.2.1 Bulanık Mantık

Matematiğin, doğruluk ve bütünlüğündeki başarısında, Aristoteles ve onun izinden giden düşünürler büyük katkı sağlamıştır. Onların mantık teorisini oluşturma çabaları ile matematik gelişmiş ve “Düşüncenin Yasaları” oluşturulmuştur. Bu yasalardan biri, her önermenin “doğru” ya da “yanlış” olması gerektiğini öne sürer. Bu anlayış Perminedes tarafından ilk ortaya attığı zaman bile (yaklaşık M.Ö. 4000), karşı görüşlerin oluşması uzun sürmemiş, Heraclitus bazı şeylerin aynı anda hem doğru, hem de doğru olmamasının mümkün olabileceğini savunmuştur.

Bu anlayışla, bulanık mantığı oluşturacak temel düşünceyi Plato, “doğru” ve “yanlışın” iç içe girdiği üçüncü bir durumu belirterek oluşturmuştur. Hegel ve Marx gibi modern düşünürler bu düşünceyi desteklemişse de ilk kez Lukasiewicz, Aristoteles’in iki değerli mantığına 1900’lerin başında 3. bir değer olarak “olası” değerini katarak sistematik bir alternatif getirmiştir [91].

Bulanık mantığın temelinde belirsizlik bulunur. Bu anlayışla Russell, yalnızca bir ve sıfırdan oluşan $\{0,1\}$, iki değerli klasik mantığa karşı, belirsizlik içeren ve $[0,1]$ aralığında tanımlanan mantık üzerine yaptığı araştırmalarda, eski çağlarda kullanılan yalancı paradoksendan yararlanmıştır. Bu paradoksa göre:

“Giritli bir adam, tüm Giritlilerin yalancı olduğunu söylemektedir.”

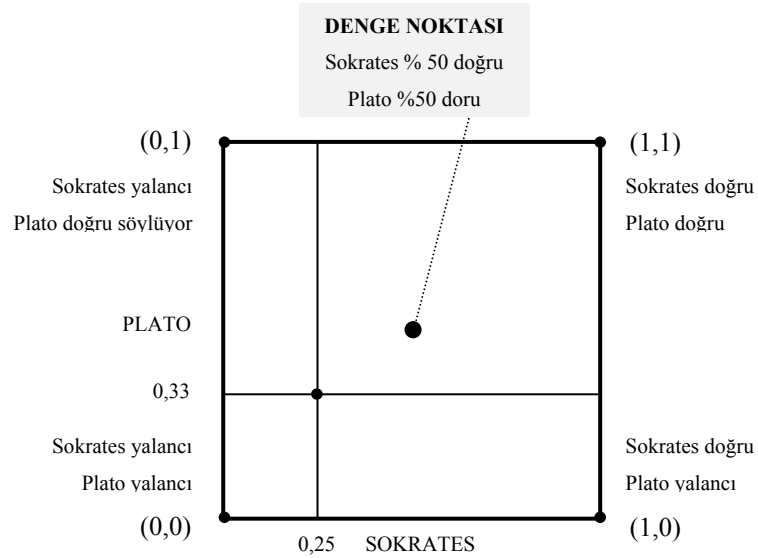
Eğer Giritli yalan söylüyorsa doğru, doğru söylüyorsa yalan söylüyordur. İki değerli klasik mantığa göre bu olanaksızdır, oysa belirsizlik mantığına göre Giritli %50 doğru, %50 yalan söylüyordur. Belirsizlik mantığı, bu paradoksu “**yarım doğru**” olarak kabul eder ve bu $[0,1]$ kapalı aralığındaki orta noktadır. $[0,1]$ kapalı aralığında tanımlanmış problem artık bulanık mantık problemi olarak adlandırılır. Bu anlayışla, “Giritli paradoksu” tek boyutlu bir bulanık mantık problemidir. Diğer yandan bulanık mantık problemleri birçok boyuta sahip olabilir. Bu noktada iki boyutlu bulanık mantık problemleri için Sokrates ve Platon’un yalancı paradoksu örnek verilebilir:

“Sokrates: Platon’un söyleyeceği şey doğrudur.

Plato: Sokrates yalan söylüyor!”

Paradoksta, Sokrates’in yalan söylemesi, Plato’nun yalancı olmasını bu da Sokrates’in doğru söylemesini gerektirir. Aynı şekilde Sokrates’in doğru söylemesi, Plato’nun

yalancı olmasını bu da Sokrates'in yalan söylemesini gerektirir. Paradoks, bulanık mantık kullanılarak iki boyutlu bir probleme dönüştürülür. Problem, ayrıtları bir birim olan kare düzlem içinde tanımlıdır. Karenin sol alt köşesi hem Sokrates'in hem de Plato'nun yalan söylediğini gösteren (0, 0) noktasını, sağ üst köşe ise her ikisinin de doğru söylediğini gösteren (1, 1) noktasını gösterir. Problemin paradoks halindeki biçimi (0.5, 0.5) noktasında dengede bulunmaktadır. Bu nokta “bulanık” noktadır. Nokta, “hem Plato hem de Sokrates %50 doğrudur” önermesini yapar. Karenin diğer köşe noktalarıysa problemin “nitelik” noktalarıdır. Aynı şekilde, kare düzlemi üzerindeki (0.25, 0.33) noktası, Sokrates'in %25 doğru, Plato'nun %33 doğru söylediğini gösterir (Şekil 3. 6). Paradoks eğer iki değerli klasik mantık üzerine tanımlansaydı, paradoksta yalnızca (0, 0), (1, 0) ve (1, 1) noktaları olacak ve paradoksun bir denge noktası bulunmayacaktı. Oysa bulanık mantık sayesinde paradoks bir birim düzlem üzerinde tanımlanmış ve orta noktasında dengede duran probleme dönüştürülmüştür. Bulanık mantık problemlerinin tanım boyutu arttıkça, problem 1x1x1 birimlik küpe, ya da daha üst boyutlu şekillere dönüşür [91].



Şekil 3. 3 Plato ve Sokrates'in yarattığı paradoksun bulanık mantık kullanılarak iki boyutlu probleme dönüştürülmesi [91]

Lukasiewicz ilerleyen süreçte, 4., 5., 6. gibi değerleri de oluşturarak “doğru” ile “yanlış” arasında sonsuz farklı değerler atanabileceğini göstermiş, o ve onu izleyen diğer matematikçiler de bu değerleri nümerik olarak ifade etmişlerdir [17], [90]. Ancak, 1965'te L. A. Zadeh “Bulanık Mantık” isimli çalışmasında bu değerleri [0.0, 1.0] aralığındaki sayılarla ifade edene kadar sonsuz değerli mantık uygulamada başarılı

olamamıştır. Zadeh bu çalışmasında bulanıklığı, “*Niteliği tam olarak anlaşılamayan, iyi seçilmeyen, açık seçik görünmeyen, net olmayan*” şeklinde tanımlamış ve “**dereceli üyelik kavramı**” teknik bilim dünyasındaki yerini almıştır [19].

Bulanık mantık, Aristo mantığının siyah beyaz ikilemine karşılık, Zadeh’in, grinin çeşitli derecelerinin varlığını bilimsel olarak ifade etmesidir. Bulanık mantık gelişmiş bir olasılık hesaplama yöntemi ya da belirsiz ifadelerle yapılan belirsiz işlemler değildir. Aksine, modelleme aşamasında değişkenler ve kuralların esnek belirlenmesidir ve bu esneklik rastgelelik ya da belirsizlik içermemektedir.

Endüstri başta olmak üzere çok geniş bir uygulama alanı bulunan bulanık mantığın sağladığı en büyük, fayda insana özgü tecrübe ile öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak tanınması olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygulanır. Yapılan çok sayıdaki uygulamalar neticesinde bulanık mantık yaklaşımının klasik yaklaşımlara göre sahip olduğu bir takım olumlu ve olumsuz yönler belirlenmiştir. Bu yönler ilgili iki başlık altında aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir.

Bulanık mantık yaklaşımının olumlu yönleri:

- Bulanık mantık insan düşüncesinin işleyişine yakındır.
- Bulanık mantığın uygulamaları hızlı ve ucuza mal olmaktadır.
- Uygulama sürecinde mutlaka bir matematiksel modele gereksinim yoktur.
- Bulanık mantığın anlaşılması ve uygulamaya geçirilişi kolaydır.
- “İnsana özgü tecrübe ile öğrenme” olayı kolayca modellenabilir.
- Kesin olmayan ve belirsizlik içeren bilgiler kullanılabilir.
- Doğrusal olmayan fonksiyonların modellenmesine izin verebilir.
- Geleneksek kontrol sistemleri ile uyum halindedir.
- Ucuz algılayıcılar sayesinde sürecin ölçümünde esneklik kazandırır.
- Kavramları veya doğruluk değerlerini dereceli olarak tanımlamaya imkân verir.

Bulanık mantık yaklaşımının olumsuz yönleri:

- Bulanık mantığın günlük hayatta tatbik edilen uygulamalarında kullanılan kuralların, mutlaka uzman deneyimlerine göre belirlenmesi gerekir.

- Bulanık mantığa göre tasarlanan bir sistemin kararlılık analizlerinin yapılışı zordur. Yani sistemin nasıl cevap vereceği önceden kestirilemez.
- Üyelik fonksiyonları deneme-yanılma yolu ile bulunduğundan dolayı uzun zaman alır [69], [92].

3.2.2 Bulanık Küme Teorisi

Bulanık kümeler, üyelik için yeterli kriterlerin olmadığı, yetersiz tanımlanmış nesneler kümesidir. Bu gibi grupların sınırları tanımlanmamıştır. Bu nedenle, grup içindeki bu nesnelerin gruba ait olup olmadığını tanımlamak imkânsızdır.

Gerçek hayatta karşılaşılan bazı nesne grupları, net olarak tanımlanmış üyelik kriterlerine sahip değildir. Örneğin; elemanları kartal, şahin, serçe olan kuşlar kümesine fasulye, fil ve yılanın girmeyeceği açıktır. Ama yarasa ve penguen için bunu söylemek o kadar kolay değildir. Bu tür bilgi eksiklikleri matematiksel modellemeyi güçleştirmekte, hatta imkânsız hale getirmektedir. “1’den çok daha büyük reel sayıların grubu”, “güzel kadınlar grubu” veya “yakışıklı erkekler grubu” da bilinen matematiksel anlamda kümeler veya sınıflar oluşturmaz. Fakat gerçek hayatta kesin olmayan şekilde tanımlanan gruplar veya kümeler, insan düşüncesinde önemli bir rol oynar.

Bulanık Küme Teorisi, yukarıdaki gibi kesin sınırları olmayan problemleri tanımlamak ve çözmek için geliştirilmiştir. Klasik küme teorisinden daha geniş bir çerçeve sunmaktadır ve potansiyel olarak da daha geniş bir uygulama alanına sahiptir [93].

Bulanık Küme Teorisi matematiksel bir kavramdır ve en önemli özelliği, insan düşünme sisteminde bulunan, belirsizlikleri işleme kabiliyetidir. Bundan dolayı uygulama alanları insan yaşamı ile direkt olarak ilişkilidir [17]. Sugeno vd., [94] ne göre, Bulanık Küme Teorisi ile gerçekleştirilmek istenen amaçlar esas olarak şu şekilde ifade edilebilir:

- İnsan tecrübesi, sağduyusunu makinelerin işleyebileceği bir yapıda ifade etmek.
- İnsan duyguları veya lisanını modellemek.
- İnsan desen (örüntü) algılama, genel çıkarım ve anlama işlemlerini taklit etmek.
- Bilgiyi insanların kolaylıkla anlayabileceği bir yapıya çevirmek.
- Büyük miktarlardaki bilgiyi sıkıştırmak.
- İnsan psikolojisi veya davranışı modelleri yapmak.
- Sosyal sistemleri modellemek.

Özetle, Bulanık Küme Teorisi ile insanların tam ve kesin olmayan bilgiler ışığında tutarlı ve doğru kararlar vermelerini sağlayan, düşünme ve karar verme mekanizmalarının modellenmesi amaçlanmaktadır [17]. Bu anlayışla, başlangıçta sadece teorik bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmış olan bulanık küme yaklaşımı, izleyen yıllarda pek çok farklı alanda uygulama imkânı bulmuştur. Bu uygulama alanları arasında en belirgin olanları; bilgisayar bilimleri, kontrol, meteoroloji, tıp, sosyal bilimler, psikoloji, yönetim bilimleri, yapay zekâ ve uzman sistemler sayılabilir. Özellikle 80’li yıllarda endüstriyel kuruluşların ilgisi bu alana yönelmiş, böylece teorik ve uygulamalı araştırma yapan kuruluşların ortak çalışmaları neticesinde bulanık kümelerin uygulanma alanlarında önemli gelişmeler sağlanmıştır. Bu çalışmaların sonucunda, bulanık kontrol işlevine yönelik pek çok yazılım ve donanımlar ortaya çıkmıştır [95]. Bu alanda yapılan çalışmalarda, bulanık mantığın potansiyellerini erken fark eden Japonya lider ülke durumundadır.

3.2.2.1 Üyelik Fonksiyonu

Klasik küme, kümeye “**kesinlikle ait**” (üye) veya “**kesinlikle ait değil**” (üye değil) biçimindeki iki grubun oluşturulması ile anlamlıdır. Klasik kümede üye olanlarla olmayanlar arasında kesin bir fark vardır ve bunun ortası yoktur. Ayrıca bu iki gruptan hiçbirine ait olmama durumu söz konusu değildir. Bu tür kümeleri ifade etmek için özel bir fonksiyon tanımlanabilir ve bu fonksiyona **karakteristik fonksiyon** denir. Karakteristik fonksiyon her bir elemana 1 ve 0 değerlerinden birini üyelik durumuna göre atayarak evrensel küme üzerinde tanımlanan ve bizim ilgilendiğimiz özelliklere sahip olan elemanların oluşturduğu kümeyi belirler. Kümeler büyük harflerle, elemanlar ise küçük harflerle gösterilir. Buna göre:

X, elemanları “x” ile gösterilen bir evrensel küme olarak tanımlansın. X’in klasik bir alt kümesi olan A için üyelik, μ_A karakteristik fonksiyon yardımıyla;

$$\forall x \in X \quad \mu_A = \begin{cases} 1, x \in A \text{ ise} \\ 0, \text{aksi halde} \end{cases} \quad (\text{karakteristik fonksiyon}) \quad (3.7)$$

şeklinde gösterilmekte ve $\{0,1\}$ aralığında değişmektedir. Buna göre, fonksiyon A kümesine ait elemanlara 1 değerini, ait olmayan elemanlara ise 0 değerini atamaktadır.

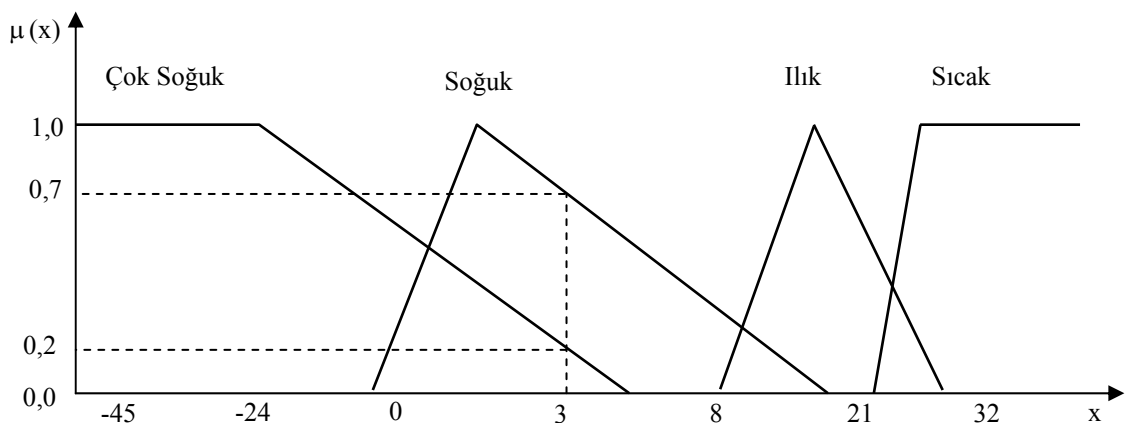
Gerçek hayatta, ”koyu renk”, “bulutlu gün”, “sıcak su” gibi kullanılan doğal dilin temel unsuru birçok terim klasik küme karakteristiğe uymaz. Örneğin, 100°C suyun sıcaklığı “sıcak” olarak ifade edilirse 95°C ya da 80°C su için klasik küme teorisine göre “sıcak değildir” ifadesi gerçek manada ne doğrudur ne de yanlıştır. Bu önermenin daha gerçekçi bir karşılığı doğru (1) ve yanlış (0) değerleri arasında tanımlanabilecek az sıcak, ılık, az soğuk gibi dil bilimsel değerler ile sağlanabilir. Bu anlayışla geliştirilen Bulanık Küme Teorisi ile az, sık, orta, düşük, çok, birçok gibi dilbilimsel yapılar kullanarak dereceli veri modellenmesinde daha gerçekçi ve doğala yakın sonuçların elde edilmesi amaçlanmaktadır [96].

Bulanık küme, kesin geçişleri elemine ederek belirsizlik kavramının tanımını yeniden verir ve evrendeki bütün elemanlara üyelik derecesi değerini atayarak matematiksel olarak tanımlar. Bu derece, bulanık küme tarafından verilen kavram ile uyumludur ve benzer bir elemanın derecesine uyar. Böylece elemanlar, bulanık küme içerisinde üyelik dereceleri tarafından gösterilen daha büyük ve daha küçük değerlere ait olabilirler. Bu üyelik dereceleri [0,1] aralığında gerçel değerler ile ifade edilirler.

Yukarıdaki uygulamada eğer küme değerinin [0,1] aralığında olmasına izin verilirse, A kümesi “Bulanık Küme” olarak isimlendirilir. $\mu_A(x)$, x in A kümesi içindeki üyelik derecesidir ve $\mu_A(x)$ ’in bire yakın değerleri için x’in A kümesine üyeliği artar [17].

A bulanık kümesi (3.8) eşitliğindeki gibi, düzenli ikililer kümesi ile karakterize edilmiştir

$$A = \{ (x, \mu_A(x)) \mid x \in X \} \quad (3.8)$$



Şekil 3. 4 Hava ısısı bulanık kümesi üyelik fonksiyonu

Eğer dışarıdaki ısı Şekil 3. 7’de ifade edildiği gibi “çok soğuk”, “soğuk”, “ılık”, ve “sıcak” olarak sözel bulanık terimler ile tanımlanır ise; Üyelik derecesi $\mu(x)$ [0,1] arasında bir değer olarak ifade edilir. Dışarıdaki sıcaklık -45°C ise $\mu(x)$ ’e göre dış ısı “çok soğuk” grubuna girecektir, Eğer sıcaklık 3°C ise sıcaklık “soğuk” bulanık kümesinin 0,7 oranında aynı zamanda “çok soğuk” bulanık kümesinin 0,2 oranında üyesi olacaktır.

Bir fiziksel değişkenin üyelik derecesini tanımlamak için kullanılan üyelik fonksiyonları, dilsel ifadelerden oluşan bir anlam grubudur. Bulanık küme teorisinin temelini oluşturan üyelik fonksiyonları 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesine sahiptir. Üyelik derecesi, elemanın bulanık kümeyle temsil edilen kavrama ne derece uygun olduğu veya bulanık kümenin temsil ettiği özellikleri ne dereceye kadar taşıdığını gösterir.

Üyelik fonksiyonlarını oluşturmada birçok yöntem bulunmaktadır. Dış bükey bulanık kümelerle ait üyelik fonksiyonları üçgensel, yamuk, çan eğrisi gibi şekillerde olabilmektedir. Özel bir şeklin uygun olup olmayacağı ise, çalışılan uygulama alanı tarafından elde edilen verilerle belirlenir. Hesaplama açısından getirdiği kolaylıklar göz önüne alınarak istenilen şekilde üyelik fonksiyonunun seçilmesi, bulanık küme teorisinin esnekliğini yansıtmasında öne çıkan bir durumdur. En yaygın olarak kullanılan üyelik fonksiyonu üçgen tipidir [97]. Aşağıda A bulanık kümesi üyelik fonksiyonunun, sağ ve sol üyelik derecesi değerlerine göre doğrusal gösterimi eşitlik (3.9)’da ve grafiksel olarak ifadesi Şekil 3. 8’de belirtilmiştir. Burada A bulanık kümesi “ l , m , u ” elemanlarından oluşmaktadır. Bu elemanlar sırasıyla bulanık bir olaydaki en düşük olasılığı, net değeri ve en yüksek olasılığı ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile “ l ”, alt sınır, “ u ” üst sınır ve “ m ” model değerdir [103].

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x}{m-l} - \frac{l}{m-l} & , x \in [l, m] \\ \frac{x}{m-u} - \frac{l}{m-u} & , x \in [m, u] \\ 0 & , \text{diğer tüm durumlar için} \end{cases} \quad (3.9)$$

3.2.2.2 Bulanık Küme İşlemleri

X evrensel küme, A ve B ise bu kümedeki iki bulanık küme olsun ve $\mu_A(x)$ ve $\mu_B(x)$ üyelik fonksiyonlarıyla gösterelim. Burada $x \in X$ 'dir [67], [103]. (X evrensel küme, x bu kümedeki bir eleman olarak tanımlanmıştır.)

A.1 Birleşim Özelliği

A ve B bulanık kümelerinin birleşimi ($A \cup B$), her $x \in X$ için, $\mu_{A \cup B}(x)$ üyelik fonksiyonu cinsinden aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \} \quad (3.10)$$

A.2 Kesişim Özelliği

A ve B bulanık kümelerinin kesişimi ($A \cap B$), her $x \in X$ için, $\mu_{A \cap B}(x)$ üyelik fonksiyonu cinsinden aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min \{ \mu_A(x), \mu_B(x) \} \quad (3.11)$$

A.3 Tamamlayan Özelliği

Her $x \in X$ için A bulanık kümesinin tamamlayıcı olan $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (3.12)$$

Birleşim, kesişim ve tamamlayan bulanık küme işlemleri Boolean Cebirindeki OR, AND ve NOT işlemlerine karşılık gelir. Sıkça kullanılan bir diğer birleşim ve kesişim işlemi aşağıdaki gibidir;

$$\mu_{A \cup B}(x) = \min \{ 1, \mu_A(x) + \mu_B(x) \}$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(x) \quad (3.13)$$

A.4 Bulanık Kümelerde Toplama İşlemi

Her $x \in X$ için A ve B bulanık kümelerinin toplamı ($\mu_A(x) \oplus \mu_B(x)$) aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_A(x) = l_1, m_1, u_1 \quad \text{ve} \quad \mu_B(x) = l_2, m_2, u_2 \quad \text{ise};$$

$$\mu_A(x) \oplus \mu_B(x) = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2)$$

$$\mu_A(x) \oplus \mu_B(x) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (3.14)$$

A.5 Bulanık Kümelerde Çarpma İşlemi

Her $x \in X$ için A ve B bulanık kümelerinin çarpımı ($\mu_A(x) \otimes \mu_B(x)$) aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_A(x) = l_1, m_1, u_1 \quad \text{ve} \quad \mu_B(x) = l_2, m_2, u_2 \quad \text{ise}$$

$$\mu_A(x) \otimes \mu_B(x) = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2)$$

$$\mu_A(x) \otimes \mu_B(x) = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (3.15)$$

A.6 Bulanık Kümelerde Bölme İşlemi

Her $x \in X$ için A ve B bulanık kümelerinin bölümü ($\mu_A(x) \oslash \mu_B(x)$) aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_A(x) = l_1, m_1, u_1 \quad \text{ve} \quad \mu_B(x) = l_2, m_2, u_2 \quad \text{ise}$$

$$\mu_A(x) \oslash \mu_B(x) = (l_1, m_1, u_1) \oslash (l_2, m_2, u_2)$$

$$\mu_A(x) \oslash \mu_B(x) = (l_1 / l_2, m_1 / m_2, u_1 / u_2) [67], [103] \quad (3.16)$$

A.7 Bulanık Kümelerde Sabit ile Çarpım

Her $x \in X$ için A bulanık kümesinin bir sabit ile çarpımı ($\mu_A(x) \otimes \lambda$) aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_A(x) = l_1, m_1, u_1 \quad \text{ve} \quad \lambda > 0, \lambda \in x \quad \text{ise}$$

$$(\lambda, \lambda, \lambda) \otimes (l_1, m_1, u_1) = (\lambda \times l_1, \lambda \times m_1, \lambda \times u_1) \quad (3.17)$$

A.8 Bulanık Kümelerde Tersİ İşlemi

Her $x \in X$ için A bulanık kümesinin tersi işlemi ($\mu_A(x)^{-1}$) aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\mu_A(x) = l_1, m_1, u_1$$

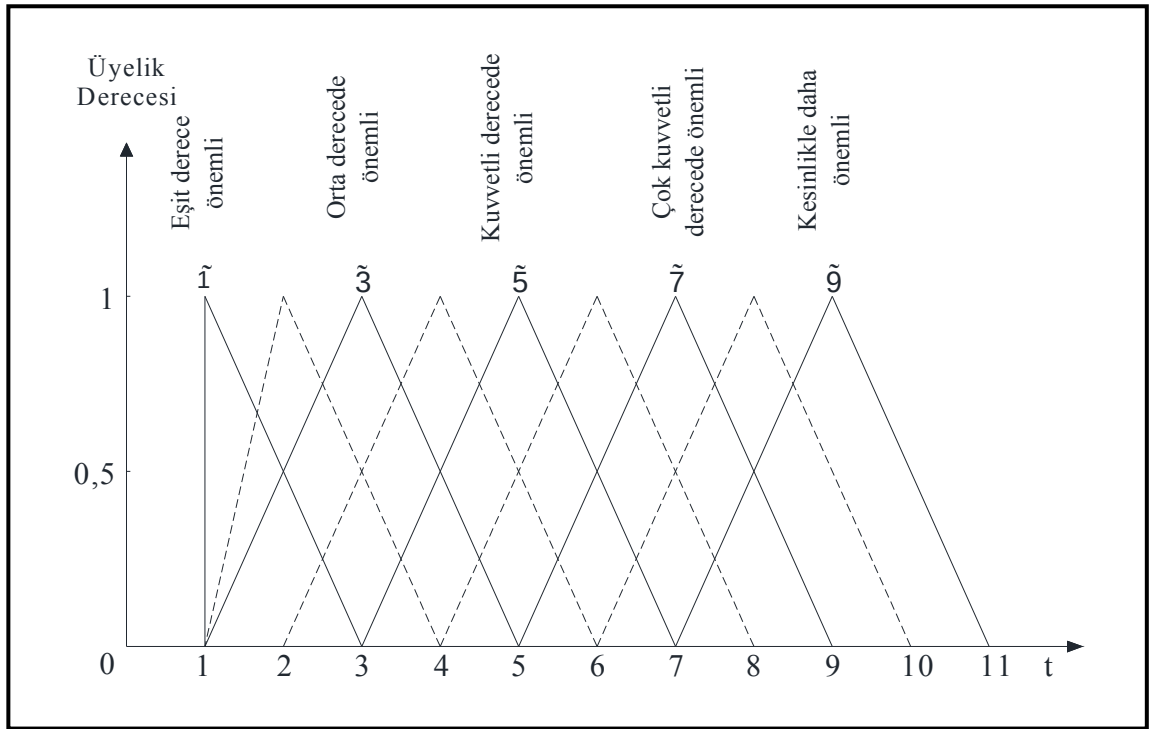
$$\mu_A(x)^{-1} = (l_1, m_1, u_1)^{-1} = (1 / l_1, 1 / m_1, 1 / u_1) [67], [103] \quad (3.18)$$

3.2.2.3 Bulanık Dilsel (Lengüistik) Değişkenler

Zadeh'e göre [90], tanımlaması zor ve karmaşık durumları alışlagelmiş yöntemlerle sayılaştırılabilmek çok zordur. Bu gibi durumlarda sözel değişkenler gereklidir.

Sözel değişkenler; değerleri sayılarla değil, kelimelerle ifade edilen değişkenlerdir. “Bir yapının üslendiği işlev” bir sözel değişkendir ve “hiç memnun edici değil”, “memnun edici değil”, “vasat”, “tatmin edici” ve “çok tatmin edici” şeklinde değerler alabilir.

Bulanık mantık bu gibi doğal dilsel tanımlamaları, matematiksel modeller yardımıyla karar verme algoritmalarına dönüştüren bir yaklaşımdır. Yöntemde karar vericinin öznel değerlendirmelerini ifade etmek için ikili karşılaştırma sürecinde Şekil 3. 9’da belirtilen üçgensel bulanık sayılar kullanılabilir [98].



Şekil 3. 5 Öznel değerlendirme kullanılan bulanık sayılar [110]

3.3 Bulanık AHS Yaklaşımı

AHS hem objektif hem de sübjektif değerlendirme kriterlerini dikkate alabilen ve yaygın olarak kullanılan çok ölçekli bir karar verme tekniğidir. Ancak, AHS yönteminde, 1 ile 9 arasında numaralandırılmış ölçeklerin kullanımı basit olmasına rağmen bir takım tutarsızlıklar içerir. Ayrıca, karar vericiler genel olarak aralıklı karar vermeyi sabit değerli karar vermeye göre daha rahat bulmaktadır. Dolayısıyla, bu

yöntem, karar vericinin kararları ile belirsizliğin açıklanması ve sayılara dökülmesi konusunda yetersiz kalmaktadır [99], [100]. Belirtilen eksikliklerin üstesinden gelmek ve insani düşünme şeklini yansıtmak amacıyla Bulanık mantık ile AHS yönteminin kombine edilmesi sonucu daha gerçeğe uygun ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu tarz bir yaklaşım, insan karar alma işleminin yapısındaki kararsızlık ve belirsizliği yeterince idare edebilmekte ve karar alıcı için sonuç problemini anlamakta esneklik ve sağlamlık sağlamaktadır.

Bulanık AHS konusunda ilk çalışma, üçgensel bulanık sayılarla ifade edilen bulanık oranları kıyaslayan Laarhoven ve Pedrycz [101], tarafından yapılmıştır. Bunu Buckley'in [102], yamuk bulanık sayıları kullanarak bir model geliştirdiği çalışması izlemiştir. Daha sonra Chang [103], bulanık AHS'nin ikili karşılaştırma skalası için üçgensel bulanık sayıların kullanılması ve ikili karşılaştırmaların sentetik derece değerleri için derece analiz yönteminin kullanılmasını içeren yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur. Bu alandaki diğer metot geliştirmeye yönelik çalışmalardan bazıları sırasıyla aşağıda verilmiştir. Buna göre:

- Weck ve diğ. [104], bulanık matematiği klasik AHS'ye uygulayarak farklı üretim çevrim alternatiflerinin değerlendirilmesi için bir metot sunmuşlardır.
- Kahraman ve diğ. [105] bulanık ağırlıklı değerlendirmede ve AHS'nin ağırlıklarını elde etmede bulanık objektif ve sübjektif metodu kullanmıştır.
- Cheng [80], üyelik fonksiyonunun derece değerine dayanan bulanık AHS yöntemi ile, savaş gemilerine ait taktik füze sistemlerinin değerlendirilmesi için yeni bir algoritma önermiştir.
- Lee ve diğ. [106], AHS'nin arkasındaki ana fikirleri gözden geçirmişler. Bu fikirlere dayanarak, karşılaştırma aralığı kavramını ortaya koymuşlar, global tutarlılığı sağlamak ve karşılaştırma sürecinin bulanıklığını göz önüne almak için rastlantısal optimizasyona dayalı bir metodoloji önermişlerdir.
- Leung ve Cao [107], bulanık AHS'deki alternatifler için tolerans sapmasını dikkate alan bir bulanık tutarlılık tanımı önermişlerdir.

Yapılan bu çalışmalarda bulanık mantık ve hiyerarşik yapıyı kullanarak, çok kriterli ortamda seçenekleri sıralamaya yönelik çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerin kıyaslanması, temel özellikleri, avantajları ve dezavantajları Çizelge 3. 15'te verilmiştir.

Çalışmanın izleyen bölümünde, Bulanık AHS uygulamaları içinde yaygın olarak kullanılan, kullanım aşamaları nispeten daha kolay olan ve klasik AHS tekniğinin adımlarıyla benzerlik gösteren Chang' in [103] “*Mertebe Analiz Tekniğinin*” kuramsal yapısı incelenecektir.

Çizelge 3. 4 Bulanık AHS yöntemlerinin kıyaslanması [108]

KAYNAKLAR	YÖNTEMİN TEMEL ÖZELLİKLERİ.	YÖNTEMİN AVANTAJLARI	YÖNTEMİN DEZAVANTAJLARI
Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)	1. Saaty'nin AHP yöntemi, üçgensel bulanık sayılarla doğrudan uygulanır. 2. Bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını elde etmek için Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yöntemi kullanılır.	Karşılık matriste birden çok karar vericinin fikirleri modellenenmektedir	1. Lineer denklemlerin her zaman çözümü yoktur. 2. Küçük bir problem için bile çok fazla hesaplama gerektirmektedir. 3. Sadece üçgensel bulanık sayılar kullanılabilir.
Buckley (1985)	1. Saaty'nin AHP yöntemi, yamuk bulanık sayılarla doğrudan uygulanır. 2. Bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını elde etmek için geometrik ortalama yöntemi kullanılır.	1. Bulanık uyarlaması kolaydır. 2. Karşılık kıyaslama matrisi için tek bir çözüm garanti eder.	Çok fazla hesaplama gerektirmektedir.
Boender ve diğerleri (1989)	1. Laarhoven ve Pedrycz yönteminin geliştirilmiştir. 2. Yerel önceliklerin normalize edilmesi için daha sağlam bir yaklaşım sunulur.	Birden çok karar vericinin fikirleri modellenenmektedir.	Çok fazla hesaplama gerektirmektedir.
Chang (1996)	1. Sentetik derece değerleri. 2. Basit seviye sıralaması. 3. Birleşik toplam sıralama.	1. Hesaplama gereksinimi diğer yöntemlere göre azdır. 2. Klasik AHP yönteminin adımları takip edilir, ek bir işlem gerektirmez.	Sadece üçgensel bulanık sayılar kullanılabilir.
Cheng (1996)	1. Bulanık standartlar geliştirir. 2. Performans puanları üyelik fonksiyonları ile gösterilir. 3. Birleşik ağırlıkları hesaplamak için entropi kullanılır.	Hesaplama gereksinimi çok değildir.	1. Entropi olasılık dağılımı bilindiği zaman kullanılır. 2. Yöntem olasılık / olabilirlik ölçülerine dayanmaktadır.

3.3.1 Chang'in Mertebe Analizine Dayalı Bulanık AHS Yöntemi

Chang'in mertebe analiz tekniği başlıca üç aşamada gerçekleşir. Bunlar:

1. Aşama: Bulanık sentetik değer analizi
2. Aşama: Bulanık sentetik değerlerin karşılaştırılması
3. Aşama: Alternatiflere ait ağırlık performanslarının hesaplanması.

3.3.1.1 Bulanık Sentetik Değer Analizi

Bulanık sentetik (extent) analizinin ana fikri bulanıklaştırılmış karşılıklı ikili karşılaştırma matrislerini çözerek kriterlerin önemlerini ve alternatif performansları elde etmektir. Bulanık performansların elde edilmesinden sonra amaç, seçilik biçimdeki sonuçları elde etmek olacaktır.

$A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ bir nesne kümesi ve $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ amaç seti olarak kabul edilirse, bulanık sentetik değer analizinde, her bir nesne alınır ve sırasıyla her bir amaç için performans sentetik analizleri yapılır. Böylece her nesne için sentetik analiz değerleri elde edilir [103].

1/9 dan 9'a kadar sıralama değerlerine sahip bir seçilik ikili karşılaştırma matrisi verildiğinde:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (3.19)$$

Seçilik A ikili karşılaştırma matrisi, ikili karşılaştırma matrisini bulanıklaştıran üçgensel bulanık sayılar $f=(l, m, u)$ kullanılarak bulanıklaştırılır. Alt sınır (l) ve üst sınır (u) karar verici ya da uzmanlar tarafından ifade edilen, belirsiz alanı yansıtır. Seçilik değerlerin bulanık sayılara dönüştürülmesi için kullanılan üçgensel bulanık sayılar Şekil 3. 9'da grafiksel, Çizelge 3. 16'da sayısal olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 3. 5 Seçilik değerlerin bulanık değer karşılıkları [103]

SEÇİLİK DEĞERLER	BULANIK DEĞERLER
1	Diyagonal ise (1, 1, 1) değerleri ile diğer her durum için (1, 1, 3)
2	(1, 2, 4)
3	(1, 3, 5)
4	(2, 4, 6)
5	(3, 5, 7)
6	(4, 6, 8)
7	(5, 7, 9)
8	(6, 8, 10)
9	(7, 9, 11)
1/1	Diyagonal ise (1, 1, 1) değerleri ile diğer her durum için (1/3, 1, 1)
1/2	(1/4, 1/2, 1/1)
1/3	(1/5, 1/3, 1/1)
1/4	(1/6, 1/4, 1/8)
1/5	(1/7, 1/5, 1/3)
1/6	(1/8, 1/6, 1/4)
1/7	(1/9, 1/7, 1/5)
1/8	(1/10, 1/8, 1/6)
1/9	(1/11, 1/9, 1/7)

Bu yolla elde edilecek $\tilde{A}$ bulanık ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} (a_{11l} \ a_{11m} \ a_{11u}) & (a_{12l} \ a_{12m} \ a_{12u}) & \dots & (a_{1nl} \ a_{1nm} \ a_{1nu}) \\ (a_{21l} \ a_{21m} \ a_{21u}) & (a_{22l} \ a_{22m} \ a_{22u}) & \dots & (a_{2nl} \ a_{2nm} \ a_{2nu}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (a_{n1l} \ a_{n1m} \ a_{n1u}) & (a_{n2l} \ a_{n2m} \ a_{n2u}) & \dots & (a_{nnl} \ a_{nnm} \ a_{nnu}) \end{pmatrix} \quad (3.20)$$

Bulanık sentetik analizi, bulanık performans matrisini elde etmek için yukarıdaki bulanık ikili karşılaştırma matrisine uygulanır. Değerlendirmeye esas olan kriterler (x) arasındaki ağırlıkları ve herhangi bir kritere göre, alternatifler (w) arasında ikili karşılaştırmadaki önemi elde etmek için (3.21) eşitliği kullanılır.

$$x_i \text{ or } w_i = \frac{\sum_{j=1}^k \tilde{a}_{ij}}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \tilde{a}_{ij}} \quad (3.21)$$

Bu eşitlikte işlemi yapılan öğeye bağlı olarak, $i=1,2,3,\dots,n$ $j=1,2,3,\dots,m$ ve $k=n$ veya $k=m$ ' dir [98].

3.3.1.2 Bulanık Sentetik Değerlerin Karşılaştırılması

$a_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ ve bununla ilişkili $l_{ij} = 1/l_{ji}$, $m_{ij} = 1/m_{ji}$, $u_{ij} = 1/u_{ji}$ olduğu, $A = (a_{ij})_{n \times m}$ bir bulanık ikili karşılaştırma matrisi verildiğinde, her bir kriter altındaki ağırlık vektörü değerlerinin, tahminlerini elde etmek için, bulanık sayıları karşılaştırma prensibine ihtiyaç duyulur.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 \quad \text{eğer } m_1 \geq m_2,$$

$$V(S_2 \geq S_1) = \text{hgt}(S_1 \cap S_2) = \mu_{S_1}(d) \quad (3.22)$$

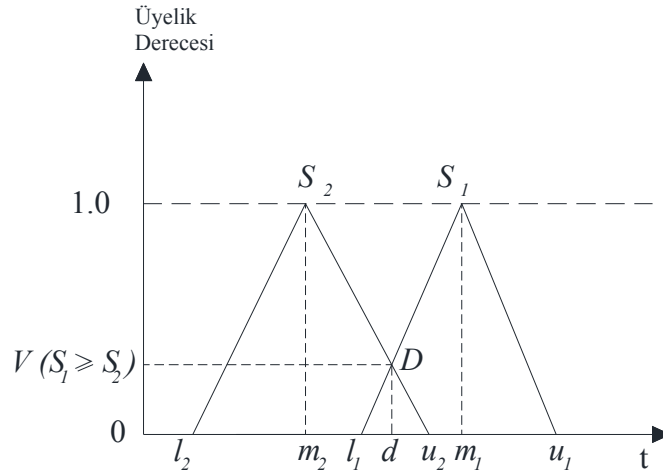
Eşitlikteki d μ_{S_1} ve μ_{S_2} arasındaki en yüksek kesişim noktası D' ' nin ordinatıdır.

$S_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $S_2 = (l_2, m_2, u_2)$ olarak kabul edilirse, D' ' nin ordinatı:

$$\begin{aligned} V(S_2 \geq S_1) &= \text{hgt}(S_1 \cap S_2) \\ &= \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \end{aligned} \quad (3.23)$$

eşitliğinden elde edilebilir.

S_1 ve S_2 ' nin karşılaştırılması için, $V(S_1 \geq S_2)$ ve $V(S_2 \geq S_1)$ değerlerine gerek duyulur [103].



Şekil 3. 6 Sentetik değerlerin karşılaştırılması [103], [109]

Bir dışbükey bulanık sayının k dışbükey bulanık sayılarından S_i ($i = 1, 2, \dots, k$) daha büyük olma olasılığı aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$V(S \geq S_1, S_2, \dots, S_k)$$

$$= V[(S \geq S_1) \text{ ve } (S \geq S_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (S \geq S_k)]$$

$$= \min V(S \geq S_i), i=1, 2, \dots, k \quad (3.24)$$

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (3.25)$$

$k = 1, 2, \dots, n$; $k \neq i$ ise; bu durumda normalize edilmemiş ağırlık vektörü aşağıdaki gibi belirtilebilir.

$$W' = (d'(A_1) \cdot d'(A_2) \dots d'(A_n))^T \quad (3.26)$$

Buradaki A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) n tane elemanı ifade eder.

Normalizasyon yolu ile ağırlık vektörleri (W) eşitlik (3.27) deki gibi ifade edilebilir.

$$W = (d(A_1) \cdot d(A_2) \dots d(A_n))^T \quad (3.27)$$

Buradaki W bulanık olmayan bir sayıdır[103].

3.3.1.3 Alternatif Ağırlık Performanslarının Hesaplanması

Sonuç olarak karar matrisi (X) ve ağırlık vektörü (W) çok ölçütlü karar problemi için aşağıdaki şekilde belirtilebilir [98].

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & \dots & x_{nn} \end{pmatrix} \quad (3.28)$$

$$W = (W_1, W_2, \dots, W_m) \quad (3.29)$$

n = Hiyerarşideki kriter yada alt kriterlerin sayısıdır.

Böylece bulanık ağırlıklandırılmış performans matrisi olan P , karar matrisi ile ağırlık vektöründen gelen ağırlık ile çarpılarak elde edilir.

$$P = X * W = \begin{pmatrix} w_1x_{11} & w_2x_{12} & \dots & \dots & w_mx_{1n} \\ w_1x_{21} & w_2x_{22} & \dots & \dots & w_mx_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1x_{n1} & w_2x_{n2} & \dots & \dots & w_mx_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \end{pmatrix} \quad (3.30)$$

Alternatiflerin ağırlıklandırılmış performansları arasında en yüksek değere sahip olan alternatif en uygun Maksimum ($P_1, P_2, \dots, P_n$)'dir [103].

BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMİNİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE UYGULANABİLME POTANSİYELLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Çalışma kapsamında geliştirilen “**bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin**” mimari tasarım sürecinde uygulanabilirliği ve barındırdığı potansiyeller, yapılan **alan çalışmaları** çerçevesinde araştırılmıştır. Mimari tasarım mantığının büyük ölçüde şekillenmeye başladığı **mimari tasarım stüdyosu** kapsamında gerçekleştirilen alan çalışmaları aşağıda belirtilen başlıca iki amaç doğrultusunda kurgulanmıştır.

1. Amaç, **ürün bazında** değerlendirme; Geliştirilen kuramsal yöntemin, mimari tasarım süreci sonunda elde edilen **alternatif tasarımların** karar verme bağlamında karşılıklı değerlendirilmesi aşamasında, uygulanabilirliğinin araştırılmasıdır.
2. Amaç, **süreç bazında** değerlendirme; Geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin **mimari tasarım sürecinde** uygulanabilirliğinin araştırılması ve barındırdığı potansiyellerin belirlenmesidir.

4.1 Mimari Tasarımların Ürün Bazında Değerlendirilmesi

Sunulan bu çalışmada mimari tasarımların ürün bazında değerlendirilmesi amacıyla yapılan araştırmalar, birbirinden belirgin yönleriyle farklılaşan ve birbirini takip eden iki alan çalışması ile yürütülmüştür. Aşağıda kısa açıklamalarına yer verilen her iki alan çalışmasında da tasarım süreçlerinde tasarımları yönlendirici bir rol üstlenilmemiş, süreç sonunda elde edilen alternatif tasarımların geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntem ile değerlendirilmesine odaklanılmıştır. Buna göre:

- **Alan çalışması 1;** tasarım sürecinin **sistematik** bir anlayışla kurgulandığı, tasarım amaçları ve değerlendirme kriterlerinin stüdyo yürütücüleri ve öğrenciler tarafından süreç başında karşılıklı bilgi alışverişi ile belirlendiği, uluslararası bir tasarım stüdyosu ortamında gerçekleştirilen ve geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntem ile sonuç tasarım ürünlerinin değerlendirilip beklentileri ne ölçüde karşıladıklarının tespit edildiği bir araştırmayı kapsar.
- **Alan çalışması 2;** tasarım sürecinin geleneksel anlayışla yürütüldüğü bir tasarım stüdyosu ortamında gerçekleştirilen ve elde edilen tasarımların bir yarışma konseptine göre değerlendirilip, 1., 2., 3. olarak sıralandığı bir süreç sonunda, geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntem ile sıralanan tasarımların değerlendirilip yapılan sıralama ile ne ölçüde benzerlikler gösterdiğinin karşılaştırıldığı bir araştırmayı kapsar.

Ürün bazında gerçekleştirilen her iki alan çalışmasında da geliştirilen kuramsal yöntemin uygulanması sürecinde izlenen adımlar **analiz** ve **sentez** aşamaları olarak iki ana başlık altında sınıflandırılabilir.

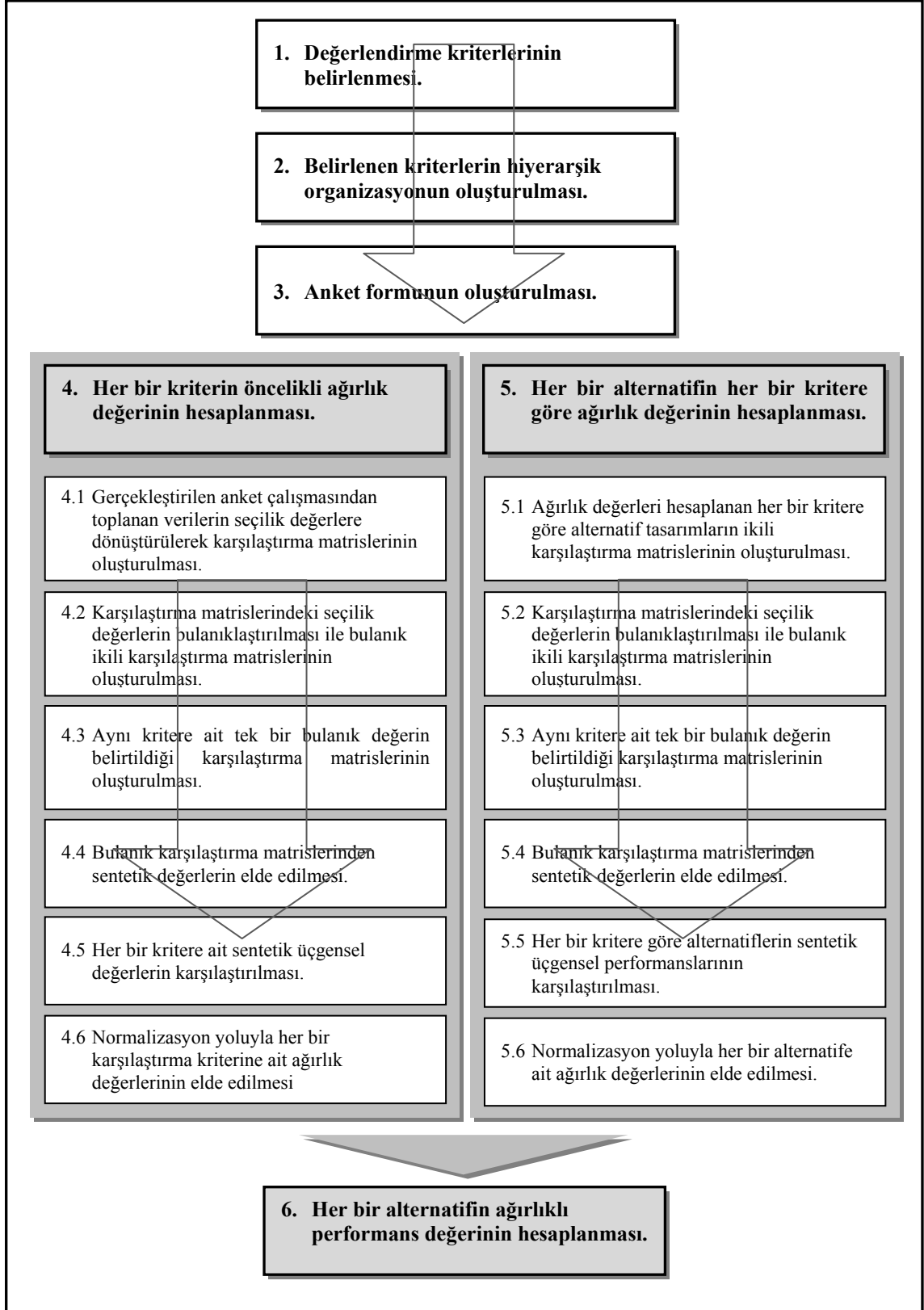
Analiz aşaması üç adımda gerçekleşmektedir. Bu adımlar:

1. Adımda, mimari tasarım konusunda öngörülen amaçları karşılamada etkili olabilecek, değerlendirme kriterleri belirlenir.
2. Adımda, belirlenen değerlendirme kriterlerine ait hiyerarşik organizasyon şeması oluşturulur.
3. Adımda, her bir proje yürütücüsünün, belirlenen değerlendirme kriterleri ve karar verme bağlamında değerlendirilen alternatif tasarımlar hakkındaki düşünce ve değer yargılarını aktarabileceği bir anket çalışması yapılır.

Sentez aşaması temel olarak üç adımda gerçekleşir. Aşağıda kısa açıklamaları verilen bu adımlardan ilk ikisi birer süreci ifade etmektedir. Bu adımlar:

4. Adımda, her bir kriterlerin birbirine göre öncelikli ağırlık değerleri belirlenir.
5. Adımda, her bir alternatifin belirlenen her bir kritere göre öncelikli ağırlık değerleri hesaplanır.
6. Adımda, her bir alternatifin ağırlıklı performans değerleri elde edilir.

geliştirilen **bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin** Alan çalışması 1 ve 2 kapsamında uygulanışı ile ilgili akış diyagramı Şekil 4. 1’de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 4. 1 Bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin ürün bazında uygulanması ile ilgili akış diyagramı

4.1.1 Alan Çalışması 1

Alan Çalışması 1, uluslararası bir tasarım stüdyosu (International Studio Design 2009) çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. **Çalışma 1'in amacı;** mimari tasarım süreci sonunda elde edilen tasarım alternatiflerinin belirlenen hedefler kapsamında değerlendirilip en uygun alternatif tasarımın seçilmesine yardımcı olabilecek **kuramsal bir karar verme yönteminin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin araştırılmasıdır.**

Tasarım stüdyosu, 2009 bahar yarıyılında Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi (Türkiye), Twente Üniversitesi Mühendislik Teknolojileri Fakültesi (Hollanda) ve Saraybosna Üniversitesi Mimarlık Fakültesi (Bosna Hersek) yüksek lisans öğrencilerinin katılımları ile gerçekleştirilmiştir. *“Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions”*, başlıklı bu tasarım stüdyosunda, yerel yönetimler için farklı etkinliklerde kullanılabilecek sökülüp takılabilen, enerji tasarrufu sağlayan, çevreye duyarlı pavilyonlar tasarlanması amaçlanmıştır [111]. Bu amaç kapsamında tasarım stüdyosu iki grup olarak organize edilmiş ve katılımı sağlayan üç ülkede gerçekleştirilen on günlük, atölye çalışmaları ile yürütülmüştür. Süreç sonunda gruplar tarafından üretilmiş **“Y ve Z”** olarak adlandırılan, kendi içinde farklı işlevleri karşılayabilen iki tip pavilyon tasarımı tasarlanmıştır. *(Karar verme bağlamında değerlendirilen Y ve Z projeleri için bkz. EK A).*

Tasarım süreci sonunda üretilen alternatif tasarımların belirlenen hedefler kapsamında değerlendirilip en uygun pavilyon tasarımın seçilmesi aşamasında;

- Karar vermeyi rasyonel bir yapıya oturtmak ve tasarımlar hakkında daha bilinçli, objektif kararların verilmesini sağlamak,
- Toplu olarak karar vermeyi olanaklı hale getirmek,
- Mimari tasarım alternatiflerini iyiden kötüye sıralamaktan öte tasarımların eksik görülen yanlarının anlaşılmasına yardımcı olmak,

amacıyla, çalışma kapsamında geliştirilen **bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi** kullanılmış ve yöntemin işlerliği araştırılmıştır.

Sunulan bu çalışmada yöntemin uygulanması esnasında izlenen süreç ana hatlarıyla Şekil 4. 1'deki akış diyagramında belirtilmiştir. Buna göre, **Alan Çalışması 1** kapsamında tasarlanan mimari tasarımlara ilişkin karar verme bağlamında yapılan değerlendirme sürecine analiz aşamasını oluşturan ilk üç adım ile başlanmıştır.

4.1.1.1 Analiz Aşaması

1. Adım;

Tasarım sürecine sürdürülebilirlik bağlamında genel tasarım ilkelerinin irdelenmesi ile başlanmıştır. Sistematiik bir tasarım sürecinin kurgulandığı çalışmada **değerlendirme kriterleri**, grup yürütücüleri ve öğrencilerin ortak katkıları ile süreç başında belirlenmiştir. Genel sınıflandırması aşağıda verilen değerlendirme kriterleri tasarım sürecinin özellikle ilk aşamasında temel veri olarak kabul edilmiş ve süreç içerisinde tasarım gelişim adımları “sürdürülebilir kıstaslar” göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

2. Adım;

Belirlenen değerlendirme kriterlerinin birbirleri ile olan ilişkilerini gösteren **hiyerarşik organizasyon şeması** oluşturulmuştur (Şekil 4. 2).

3. Adım;

Öngörülen amaçlar doğrultusunda “*A Scientific Model Aiding the Evaluation of Architectural Design and Product*” başlıklı, iki aşamalı olarak organize edilmiş bir **anket** çalışması düzenlenmiştir.

Anket çalışmasının ilk aşamasında, her bir proje yürütücüsünün belirlenen değerlendirme kriterlerinin öncelikleri ile ilgili görüşlerinin öğrenilmesi amaçlanmıştır. Bu anlayışla öngörülen tasarım konusunda beklentileri netleştirmek adına ortaya konulan her bir değerlendirme kriterlerinin, birbiri ile ikili karşılaştırmalarının yapılması istenmiştir. Yapılan ikili karşılaştırmalarda belli bir üstünlük derecesini yansıtan sözel yargılardan yararlanılmıştır (*kesinlikle daha önemli, çok kuvvetli derecede önemli, kuvvetli derece önemli, orta derecede önemli, eşit derece önemli*).

Anket çalışmasının ikinci aşamasında, tasarım süreci sonunda elde edilen alternatif tasarımların her bir değerlendirme kriterine göre ikili karşılaştırmalarının yapılması istenmiştir. İkili karşılaştırmaların yapılmasında ilk aşamada olduğu gibi günlük hayatta kullanılan sözel yargılardan yararlanılmıştır (*eşit derecede iyi, orta derecede iyi, kuvvetli derecede iyi, çok kuvvetli derece iyi, kesinlikle daha iyi*). (Yapılan anket çalışması için bkz. EK B).

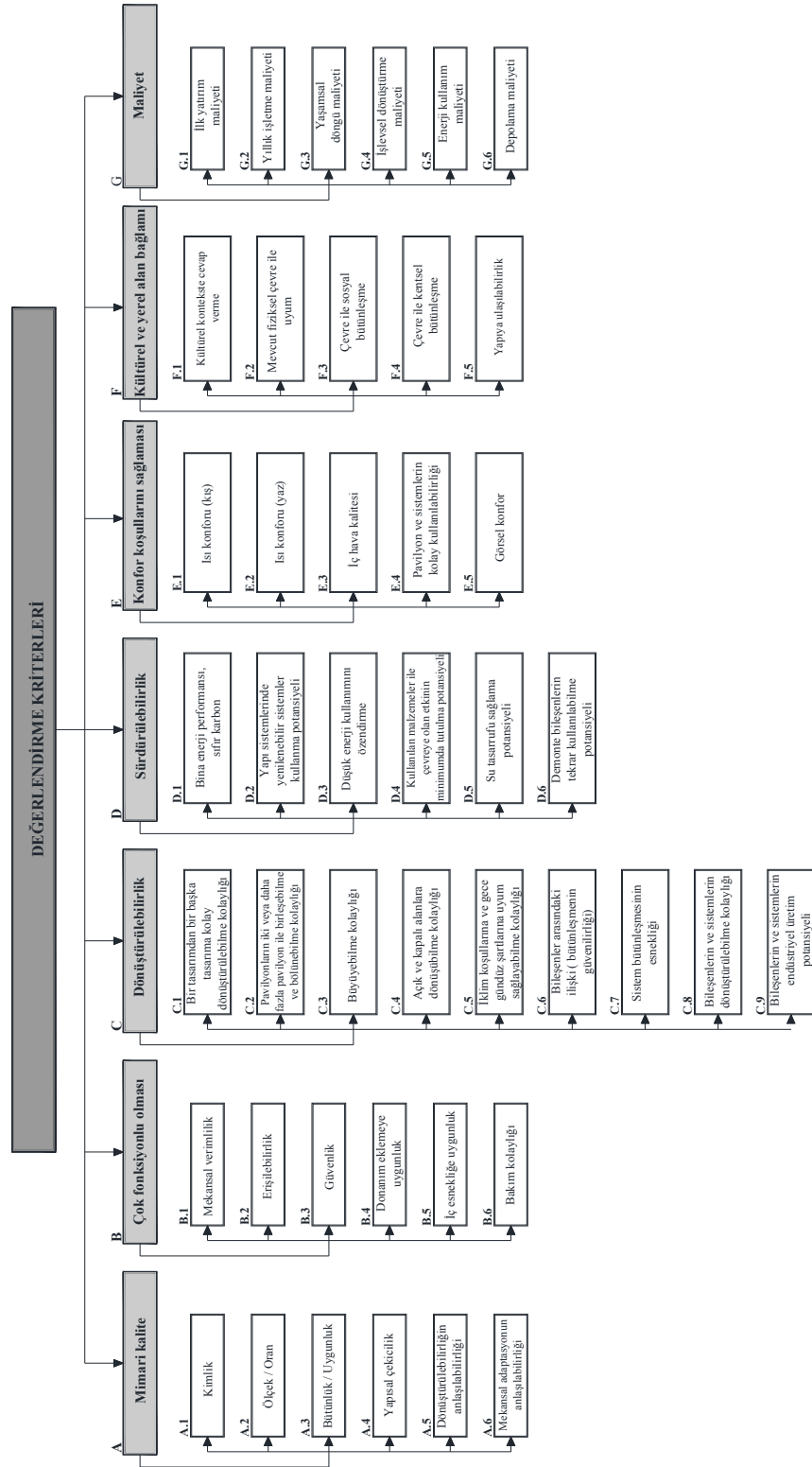
Alan Çalışması 1 kapsamında proje yürütücüleri ve öğrencilerin katkısı ile tasarım sürecinin başında belirlenen değerlendirme kriterlerine ait sınıflandırma aşağıdaki gibidir:

- A. Mimari kalite:
 - A.1 Kimlik,
 - A.2 Ölçek / Oran,
 - A.3 Bütünlük / Uygunluk,
 - A.4 Yapısal çekicilik,
 - A.5 Dönüştürülebilirliğin anlaşılabilirliği,
 - A.6 Mekânsal adaptasyonun anlaşılabilirliği,
- B. Çok fonksiyonlu olması:
 - B.1 Mekansal verimlilik,
 - B.2 Erişilebilirlik,
 - B.3 Güvenlik,
 - B.4 Donanım eklemeye uygunluk,
 - B.5 İç esnekliğe uygunluk,
 - B.6 Bakım kolaylığı,
- C. Dönüştürülebilir olması:
 - C.1 Bir tasarımdan bir başka tasarıma dönüştürülebilme kolaylığı,
 - C.2 Pavilyonların iki veya daha fazla pavilyon ile birleşebilme veya bölünebilme kolaylığı,
 - C.3 Büyüyebilme kolaylığı,
 - C.4 Açık ve kapalı alanlara dönüşebilme kolaylığı,
 - C.5 İklim koşullarına ve gece gündüz şartlarına uyum sağlayabilme,
 - C.6 Bileşenler arasındaki ilişki (bütünleşmenin güvenilirliği),
 - C.7 Sistem bütünleşmesinin esnekliği,
 - C.8 Bileşenlerin ve sistemlerin dönüştürülebilme kolaylığı,
 - C.9 Bileşenlerin / sistemlerin endüstriyel üretim potansiyeli,
- D. Enerji performansı bağlamında sürdürülebilir olması:
 - D.1 Bina enerji performansı, sıfır karbon, doğal çevreleri destekleme potansiyeli,
 - D.2 Yapı sistemlerinde yenilenebilir sistemler kullanma potansiyeli,

- D.3 Düşük enerji kullanımını özendirme,
- D.4 Kullanılan malzemeler ile çevreye olan etkinin minimumda tutulma potansiyeli,
- D.5 Su tasarrufu sağlama potansiyeli,
- D.6 Demonte bileşenlerin tekrar kullanılabilme potansiyeli,
- E. Konfor koşullarını sağlaması:
 - E.1 Isı konforu (kış),
 - E.2 Isı konforu (yaz),
 - E.3 İç hava kalitesi,
 - E.4 Pavilyon ve sistemlerin kolay kullanılabilirliği,
 - E.5 Görsel konfor,
- F. Kültürel ve yerel alan bağlamında toplanmaya, taşınmaya, kurulmaya, depolanmaya uygun olması:
 - F.1 Kültürel kontekste cevap verme,
 - F.2 Mevcut fiziksel çevre ile uyum,
 - F.3 Çevre ile sosyal bütünleşme,
 - F.4 Çevre ile kentsel bütünleşme,
 - F.5 Yapıya ulaşılabilirlik,
- G. Maliyet:
 - G.1 İlk yatırım maliyeti,
 - G.2 Yıllık işletme maliyeti,
 - G.3 Yaşamsal döngü maliyeti,
 - G.4 İşlevsel dönüştürme maliyeti,
 - G.5 Enerji kullanım maliyeti,
 - G.6 Depolama maliyeti,

Geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin Alan Çalışması 1 kapsamında uygulanmasında; **analiz** aşaması olarak nitelendirilen, öngörülen proje konusunda değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi, kriterlere ait hiyerarşik yapının oluşturulması ve grup yürütücüleri ile yapılan anket çalışmasından sonra, yöntemin uygulanmasına, **sentez** aşamasının ilk adımını oluşturan ve her bir kriterlerin birbirine göre öncelikli ağırlık değerlerinin belirlendiği süreç ile devam edilmiştir.

KARAR AĞACI



Şekil 4. 2 Belirlenen değerlendirme kriterlerinin hiyerarşik organizasyonu

4.1.1.2 Sentez Aşaması

4. Adım; Kriterlerin Öncelikli Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

Grup yürütücülerinden gelen anket sonuçları, tüm kriterlerin birbirine göre ağırlıklı öncelik derecelerinin belirlendiği ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Buna göre Çizelge 4. 1’deki A, B, C, D, E, F ve G kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulurken, ankette yer alan “*equal importance* (eşit derecede önemli)”, “*moderate importance* (orta derecede önemli)”, “*strong importance* (kuvvetli derecede önemli)”, “*very strong importance* (çok kuvvetli derecede önemli)” ve “*extreme importance* (kesinlikle daha önemli)” sözel yargıları 9’lu karşılaştırma cetveli (Şekil 3. 1) kullanılarak sayısal (seçilik) değerlere dönüştürülmüştür. Bu dönüştürme esnasında *i* elemanının *j* elemanına göre önem derecesi “*a*” olarak belirlenmişse, *j* elemanın *i* elemanına göre önem derecesi “*1/a*” olarak ifade edilmiştir.

Çizelge 4. 1 A, B,..., G kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi

		Architectural quality	Multi-Functionality	Transformability	Sustainability	Comfort and Healthy	Cultural and Local site context	Cost
		A	B	C	D	E	F	G
A	1. Uzman Görüşü	1	1/5	1/5	1	1	1/3	1
	2. Uzman Görüşü	1	5	5	5	5	5	5
	3. Uzman Görüşü	1	1	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3
B	1. Uzman Görüşü	5	1	5	5	5	3	3
	2. Uzman Görüşü	1/5	1	5	5	5	5	5
	3. Uzman Görüşü	1	1	1	1/5	1/5	5	5
C	1. Uzman Görüşü	5	1/5	1	5	5	5	5
	2. Uzman Görüşü	1/5	1/5	1	7	7	7	7
	3. Uzman Görüşü	7	1	1	5	7	5	5
D	1. Uzman Görüşü	1	1/5	1/5	1	1	1	1
	2. Uzman Görüşü	1/5	1/5	1/7	1	7	7	7
	3. Uzman Görüşü	5	5	1/5	1	5	5	5
E	1. Uzman Görüşü	1	1/5	1/5	1	1	1/5	1
	2. Uzman Görüşü	1/5	1/5	1/7	1/7	1	7	7
	3. Uzman Görüşü	5	5	1/7	1/5	1	1/5	5
F	1. Uzman Görüşü	3	1/3	1/5	1	5	1	1
	2. Uzman Görüşü	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1	6
	3. Uzman Görüşü	5	1/5	1/5	1/5	5	1	5
G	1. Uzman Görüşü	1	1/3	1/5	1	1	1	1
	2. Uzman Görüşü	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/6	1
	3. Uzman Görüşü	3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1

A, B, C, D, E, F, G kriterlerine ait Çizelge 4. 1’deki seçilik değerler Şekil 3. 9’daki seçilik değerlere karşılık gelen bulanık sayılar kullanılarak üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüş ve Çizelge 4. 2’deki bulanık ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir.

Çizelge 4. 2 Kriterlere ait seçilik değerlerin bulanıklaştırıldığı karşılaştırma matrisi

		Architectural quality	Multi-Functionality	Transformability	Sustainability	Comfort and Healthy	Cultural and Local site context	Cost
		A	B	C	D	E	F	G
A	1. Uzman Görüşü	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1,1,1	1/5,1/3,1/1	1,1,1
	2. Uzman Görüşü	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7
	3. Uzman Görüşü	1,1,1	1,1,1	1/9,1/7,1/5	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/5,1/3,1/1
B	1. Uzman Görüşü	3,5,7	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7	1,3,5	1,3,5
	2. Uzman Görüşü	1/7,1/5,1/3	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7
	3. Uzman Görüşü	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	3,5,7	3,5,7
C	1. Uzman Görüşü	3,5,7	1/7,1/5,1/3	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7	3,5,7
	2. Uzman Görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1	5,7,9	5,7,9	5,7,9	5,7,9
	3. Uzman Görüşü	5,7,9	1,1,1	1,1,1	3,5,7	5,7,9	3,5,7	3,5,7
D	1. Uzman Görüşü	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
	2. Uzman Görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/9,1/7,1/5	1,1,1	5,7,9	5,7,9	5,7,9
	3. Uzman Görüşü	3,5,7	3,5,7	1/7,1/5,1/3	1,1,1	3,5,7	3,5,7	3,5,7
E	1. Uzman Görüşü	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1,1,1	1/7,1/5,1/3	1,1,1
	2. Uzman Görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1,1,1	5,7,9	5,7,9
	3. Uzman Görüşü	3,5,7	3,5,7	1/9,1/7,1/5	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1/7,1/5,1/3	3,5,7
F	1. Uzman Görüşü	1,3,5	1/5,1/3,1/1	1/7,1/5,1/3	1,1,1	3,5,7	1,1,1	1,1,1
	2. Uzman Görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1,1,1	4,6,8
	3. Uzman Görüşü	3,5,7	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	3,5,7	1,1,1	3,5,7
G	1. Uzman Görüşü	1,1,1	1/5,1/3,1/1	1/7,1/5,1/3	1,1,1	1,1,1	1,1,1	1,1,1
	2. Uzman Görüşü	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1/9,1/7,1/5	1/8,1/6,1/4	1,1,1
	3. Uzman Görüşü	1,3,5	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1/7,1/5,1/3	1,1,1

Çizelge 4. 3 Kriterlere ait tek bir bulanık değer belirtilmiştir karşılaştırma matrisi

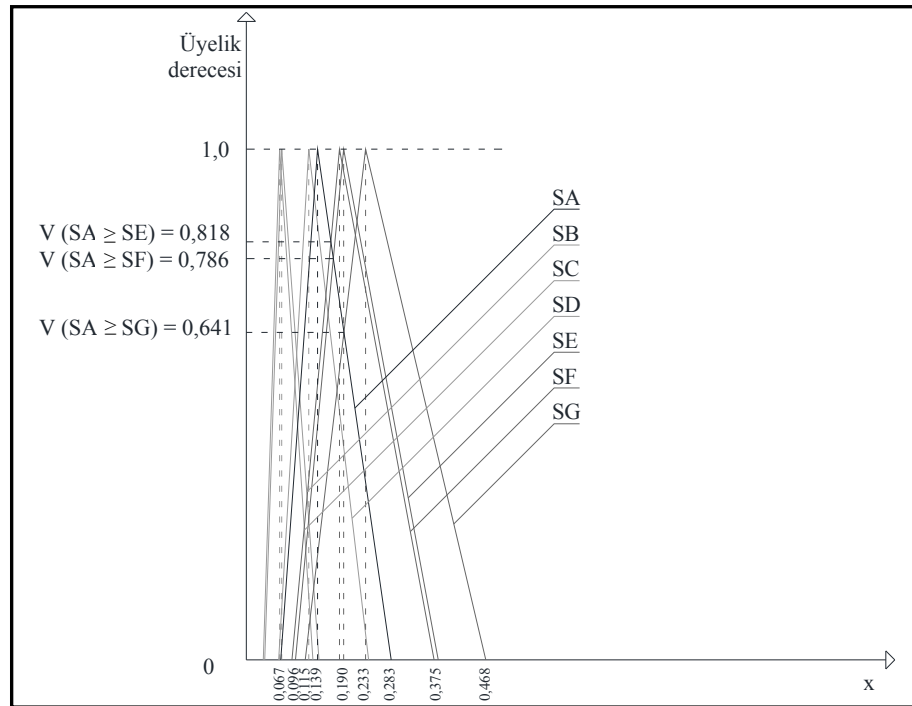
		Architectural quality	Multi-Functionality	Transformability	Sustainability	Comfort and Healthy	Cultural and Local site context	Cost
		A	B	C	D	E	F	G
A	l	1,00	1,38	1,08	1,38	1,38	1,11	1,40
	m	1,00	2,07	1,78	2,07	2,07	1,84	2,11
	u	1,00	2,78	2,51	2,78	2,78	2,78	3,00
B	l	1,38	1,00	2,33	2,05	2,05	2,33	2,33
	m	2,07	1,00	3,67	3,40	3,40	4,33	4,33
	u	2,78	1,00	5,00	4,78	4,78	6,33	6,33
C	l	2,71	0,43	1,00	3,67	4,33	3,67	3,67
	m	4,07	0,47	1,00	5,67	6,33	5,67	5,67
	u	5,40	0,56	1,00	7,67	8,33	7,67	7,67
D	l	1,38	1,10	0,13	1,00	3,00	3,00	3,00
	m	2,07	1,80	0,18	1,00	4,33	4,33	4,33
	u	2,78	2,56	0,29	1,00	5,67	5,67	5,67
E	l	1,38	1,10	0,12	0,42	1,00	1,76	3,00
	m	2,07	1,80	0,16	0,45	1,00	2,47	4,33
	u	2,78	2,56	0,24	0,51	1,00	3,22	5,67
F	l	1,38	0,16	0,13	0,42	2,04	1,00	2,67
	m	2,73	0,24	0,18	0,45	3,38	1,00	4,00
	u	4,11	0,56	0,29	0,51	4,73	1,00	5,33
G	l	0,71	0,16	0,13	0,42	0,42	0,42	1,00
	m	1,40	0,24	0,18	0,45	0,45	0,46	1,00
	u	2,11	0,56	0,29	0,51	0,51	0,53	1,00

Oluşturulan Çizelge 4. 2'deki A, B, C, D, E, F ve G kriterlerine ait bulanık matris değerlerine, sırasıyla (3.14) eşitliği uygulanmış ve elde edilen sonuçların aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır. Böylece, her bir kriterin öncelikli ağırlık değerinin belirlenmesi amacıyla yapılan anket çalışmasından elde edilen ve grup yürütücülerinin değerlendirme kriterleri hakkındaki görüşlerini yansıtan değerler, aynı kritere ait ortak görüşü yansıtan tek bir bulanık değere indirgenmiştir (Çizelge 4. 3).

Elde edilen matris değerlerine (3.21) eşitliğinin uygulanması ile Çizelge 4. 4'teki sentetik değerler elde edilmiştir ve Şekil 15'te A, B, C, D, E, F ve G kriterlerine ait sentetik üçgensel değerlerin karşılaştırması yapılmıştır.

Çizelge 4. 4 A, B,...,G kriterlerine ait sentetik değerler

	l	m	u
SA	0,067	0,139	0,283
SB	0,036	0,069	0,142
SC	0,033	0,065	0,130
SD	0,063	0,122	0,239
SE	0,096	0,190	0,375
SF	0,089	0,182	0,367
SG	0,115	0,233	0,468



Şekil 4. 3 A kriterine ait sentetik üçgensel değerlerin karşılaştırılması

Elde edilen sentetik değerlere sırasıyla;

- Eşitlik (3.22) ve (3.23)'ün uygulanması ile Çizelge 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11'deki SA, SB, SC, SD, SE, SF ve SG'ye ait sentetik karşılaştırma değerleri,
- Eşitlik (3.24)'ün uygulanması ile Çizelge 4. 12' de belirtilen, bulunan sentetik üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları elde edilmiştir.

Çizelge 4. 5 SA'ya ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	la	ma	ua	l	m	u	
$V(SA \geq SB) =$	0,067	0,139	0,283	0,036	0,069	0,142	1,000
$V(SA \geq SC) =$	0,067	0,139	0,283	0,033	0,065	0,128	1,000
$V(SA \geq SD) =$	0,067	0,139	0,283	0,063	0,122	0,239	1,000
$V(SA \geq SE) =$	0,067	0,139	0,283	0,096	0,190	0,375	0,786
$V(SA \geq SF) =$	0,067	0,139	0,283	0,090	0,182	0,367	0,818
$V(SA \geq SG) =$	0,067	0,139	0,283	0,115	0,233	0,468	0,641

Çizelge 4. 6 SB'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	lb	mb	ub	l	m	u	
$V(SB \geq SA) =$	0,036	0,069	0,142	0,067	0,139	0,283	0,517
$V(SB \geq SC) =$	0,036	0,069	0,142	0,033	0,065	0,128	1,000
$V(SB \geq SD) =$	0,036	0,069	0,142	0,063	0,122	0,239	0,598
$V(SB \geq SE) =$	0,036	0,069	0,142	0,096	0,190	0,375	0,275
$V(SB \geq SF) =$	0,036	0,069	0,142	0,090	0,182	0,367	0,315
$V(SB \geq SG) =$	0,036	0,069	0,142	0,115	0,233	0,468	0,141

Çizelge 4. 7 SC'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	lc	mc	uc	l	m	u	
$V(SC \geq SA) =$	0,033	0,065	0,128	0,067	0,139	0,283	0,452
$V(SC \geq SB) =$	0,033	0,065	0,128	0,036	0,069	0,142	0,958
$V(SC \geq SD) =$	0,033	0,065	0,128	0,063	0,122	0,239	0,533
$V(SC \geq SE) =$	0,033	0,065	0,128	0,096	0,190	0,375	0,204
$V(SC \geq SF) =$	0,033	0,065	0,128	0,090	0,182	0,367	0,245
$V(SC \geq SG) =$	0,033	0,065	0,128	0,115	0,233	0,468	0,072

Çizelge 4. 8 SD'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	ld	md	ud	l	m	u	
$V(SD \geq SA) =$	0,063	0,122	0,239	0,067	0,139	0,283	0,910
$V(SD \geq SB) =$	0,063	0,122	0,239	0,036	0,069	0,142	1,000
$V(SD \geq SC) =$	0,063	0,122	0,239	0,033	0,065	0,128	1,000
$V(SD \geq SE) =$	0,063	0,122	0,239	0,096	0,190	0,375	0,678
$V(SD \geq SF) =$	0,063	0,122	0,239	0,090	0,182	0,367	0,713
$V(SD \geq SG) =$	0,063	0,122	0,239	0,115	0,233	0,468	0,528

Çizelge 4. 9 SE'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	le	me	ue	l	m	u	
$V(SE \geq SA) =$	0,096	0,190	0,375	0,067	0,139	0,283	1,000
$V(SE \geq SB) =$	0,096	0,190	0,375	0,036	0,069	0,142	1,000
$V(SE \geq SC) =$	0,096	0,190	0,375	0,033	0,065	0,128	1,000
$V(SE \geq SD) =$	0,096	0,190	0,375	0,063	0,122	0,239	1,000
$V(SE \geq SF) =$	0,096	0,190	0,375	0,090	0,182	0,367	1,000
$V(SE \geq SG) =$	0,096	0,190	0,375	0,115	0,233	0,468	0,858

Çizelge 4. 10 SF'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	lf	mf	uf	l	m	u	
$V(SF \geq SA) =$	0,090	0,182	0,367	0,067	0,139	0,283	1,000
$V(SF \geq SB) =$	0,090	0,182	0,367	0,036	0,069	0,142	1,000
$V(SF \geq SC) =$	0,090	0,182	0,367	0,033	0,065	0,128	1,000
$V(SF \geq SD) =$	0,090	0,182	0,367	0,063	0,122	0,239	1,000
$V(SF \geq SE) =$	0,090	0,182	0,367	0,096	0,190	0,375	0,971
$V(SF \geq SG) =$	0,090	0,182	0,367	0,115	0,233	0,468	0,832

Çizelge 4. 11 SG'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	lg	mg	ug	l	m	u	
$V(SG \geq SA) =$	0,115	0,233	0,468	0,067	0,139	0,283	1,000
$V(SG \geq SB) =$	0,115	0,233	0,468	0,036	0,069	0,142	1,000
$V(SG \geq SC) =$	0,115	0,233	0,468	0,033	0,065	0,128	1,000
$V(SG \geq SD) =$	0,115	0,233	0,468	0,063	0,122	0,239	1,000
$V(SG \geq SE) =$	0,115	0,233	0,468	0,096	0,190	0,375	1,000
$V(SG \geq SF) =$	0,115	0,233	0,468	0,090	0,182	0,367	1,000

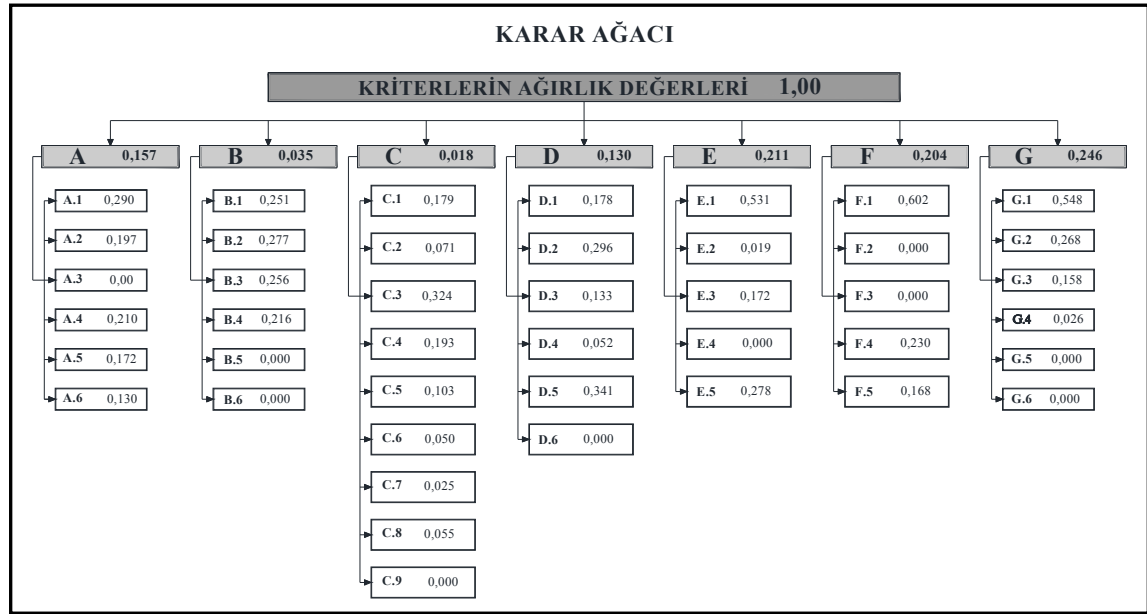
Çizelge 4. 12 SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları

$d'(A) = V(SA \geq SB, SC, SD, SE, SF, SG)$ $d'(A) = \min (1,000, 1,000, 1,000, 0,786, 0,818, 0,641) = \mathbf{0,641}$
$d'(B) = V(SB \geq SA, SC, SD, SE, SF, SG)$ $d'(B) = \min (0,517, 1,000, 0,598, 0,275, 0,315, 0,141) = \mathbf{0,141}$
$d'(C) = V(SC \geq SA, SB, SD, SE, SF, SG)$ $d'(C) = \min (0,452, 0,958, 0,533, 0,204, 0,245, 0,072) = \mathbf{0,072}$
$d'(D) = V(SD \geq SA, SB, SC, SE, SF, SG)$ $d'(D) = \min (0,910, 1,000, 1,000, 0,678, 0,713, 0,528) = \mathbf{0,528}$
$d'(E) = V(SE \geq SA, SB, SC, SD, SF, SG)$ $d'(E) = \min (1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 0,858) = \mathbf{0,858}$
$d'(F) = V(SF \geq SA, SB, SC, SD, SE, SG)$ $d'(F) = \min (1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 0,971, 0,832) = \mathbf{0,832}$
$d'(G) = V(SG \geq SA, SB, SC, SD, SE, SF)$ $d'(G) = \min (1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 1,000) = \mathbf{1,000}$

Sonuçta normalizasyon yolu ile A, B, C, D, E, F, G karar kriterleri ile ilgili, Çizelge 4.13'teki öncelikli ağırlık değerleri elde edilmiştir. Çalışmanın devamında tasarım stüdyosu kapsamında belirlenen her bir değerlendirme kriterine ait elde edilen öncelikli ağırlık değerleri Şekil 4. 4'te hiyerarşik bir düzende karar ağacı üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 4. 13 A, B, C, D, E, F ve G kriterlerine ait öncelikli ağırlık değerleri

	A	B	C	D	E	F	G	Toplam
W'	0,641	0,141	0,072	0,528	0,858	0,832	1,000	4,072
W	0,157	0,035	0,018	0,130	0,211	0,204	0,246	1,000



Şekil 4. 4 Alan Çalışması 1’de tasarım stüdyosu kapsamında belirlenen her bir değerlendirme kriterlerine ait öncelikli ağırlık değerleri

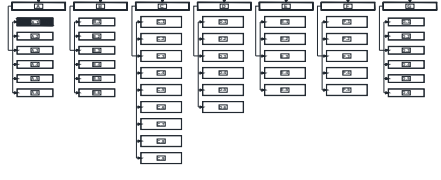
5. Adım; Alternatiflerin Ağırlıklı Performans Değerlerinin Hesaplanması

Geliştirilen yöntemin **analiz** aşaması ikinci adımında izlenen süreç aşağıdaki gibidir;

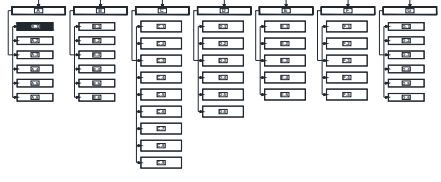
1. Y ve Z alternatif tasarımlarının her bir değerlendirme kriterine göre ikili karşılaştırma matrislerinin hazırlanması,
2. Bulanık sentetik değerlerin elde edilmesi,
3. Bulanık sentetik değerlerin karşılaştırılması,
4. Bu değerlerle, hiyerarşik organizasyonunun en alt basamağından başlayarak karar ağacındaki (Şekil 4. 4) ilgili kriterlerin ağırlık değerlerinin çarpılması sonucunda Y ve Z tasarımlarının ağırlıklı performans değerlerinin elde edilmesi.

Bu süreçte yapılan işlemler, sıralama ve tip itibariyle kriterlerin öncelikli ağırlık değerlerinin bulunduğu analiz aşamasının birinci adımı ile benzerlik gösterir ve yapılan hesaplamalarda kullanılan eşitlikler aynıdır. Hesaplama sürecinde, yapılan anket çalışmasının ikinci aşamasından elde edilen uzman görüşlerine ait veriler kullanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde uzun işlemsel tablolardan kaçınmak için, her bir tasarım alternatifinin sadece A1 kriterine göre yapılan hesaplamalı tablolarına yer verilmiştir.

Çizelge 4. 14 A1 kriterine göre, Y ve Z alternatiflerinin ikili karşılaştırma matrisi

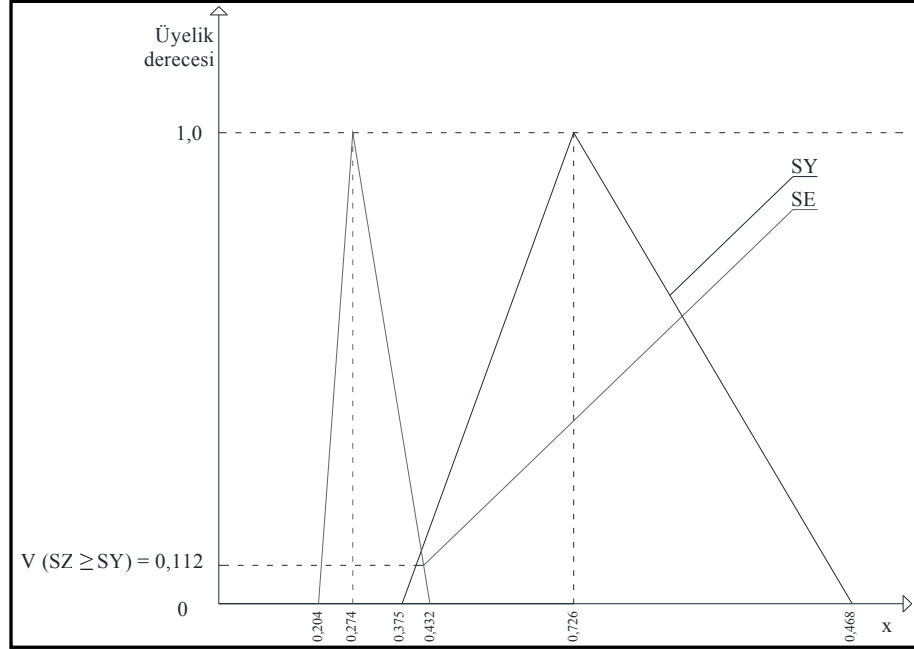
Kimlik (A. 1) 			
		Y	Z
Y	1. Uzman Görüşü	1	1/3
	2. Uzman Görüşü	1	1
	3. Uzman Görüşü	1	1/5
Z	1. Uzman Görüşü	3	1
	2. Uzman Görüşü	1	1
	3. Uzman Görüşü	5	1

Çizelge 4. 15 A1 kriterine göre, Y ve Z alternatiflerine ait seçilik değerlerin bulanıklaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisi

Kimlik (A. 1) 			
		Y	Z
Y	1. Uzman Görüşü	1,1,1	1/5,1/3,1/1
	2. Uzman Görüşü	1,1,1	1,1,1
	3. Uzman Görüşü	1,1,1	1/7,1/5,1/3
Z	1. Uzman Görüşü	1,3,5	1,1,1
	2. Uzman Görüşü	1,1,1	1,1,1
	3. Uzman Görüşü	3,5,7	1,1,1

Çizelge 4. 16 A1 kriterine göre Y ve Z alternatiflerinin sentetik değerleri

A. 1	l	m	u
SY	0,375	0,726	1,296
SZ	0,204	0,274	0,432



Şekil 4. 5 Y ve Z alternatiflerine ait sentetik üçgensel değerlerin karşılaştırılması

Çizelge 4. 17 A1 kriterine göre Y ve Z alternatiflerinin sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

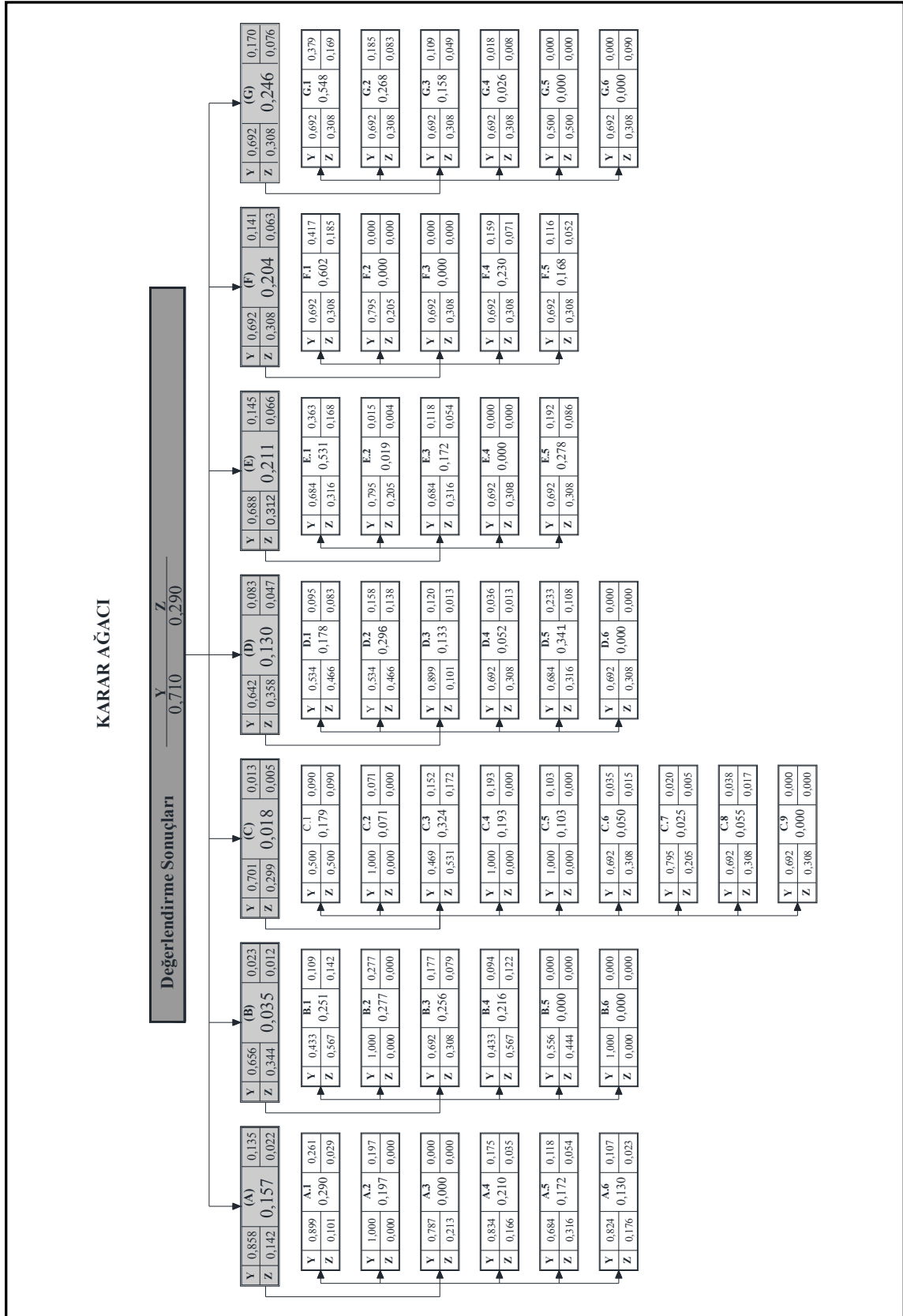
A. 1	ly	my	uy	lz	mz	uz	$d'(A1) = \min$	
$V(SY \geq SZ)$	0,375	0,726	1,296	0,204	0,274	0,432	1,706	1,000
	lz	mz	uz	ly	my	uy	$d'(A1) = \min$	
$V(SZ \geq SY)$	0,204	0,274	0,432	0,375	0,726	1,296	0,112	0,112

Çizelge 4. 18 A1 kriterine göre SY ve SZ' ye ait üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları

$d'(A1) = V(SY \geq SZ)$	$d'(A1) = V(SZ \geq SY)$
$d'(A1) = \min (1,706, 0,112) = \mathbf{1,000}$	$d'(A1) = \min (0,112, 1,706) = \mathbf{0,112}$

Çizelge 4. 19 A1 kriterine göre Y ve Z alternatiflerine ait ağırlıklı performans değerleri

A. 1	Y	Z	Toplam
W'	1,000	0,112	1,112
W	0,899	0,101	1,000



Şekil 4. 6 Alternatif tasarımların ağırlıklı performans değerleri

Y ve Z alternatifleri her bir karar kriterine göre değerlendirilerek Şekil 4. 6'da belirtilen sonuç değerleri (**Y= 0,710, Z= 0,290**) elde edilmiştir. Bu sonuca göre kabul edilen koşullar altında geliştirilen Y tasarımı grup yürütücülerince yapılan değerlendirmede Z tasarımına göre %71 oranında daha başarılı bulunmuştur. Diğer bir ifade ile Z tasarımı da Y tasarımına göre %29 oranında başarılıdır. Bu durumda belirlenen hedefler kapsamında en uygun pavilyon alternatifinin Y tasarımı olduğuna karar verilmiştir.

Proje kapsamında uygulanan tasarım süreci sistematik bir şekilde kurgulanmış, değerlendirme kriterleri süreç başında grup yürütücüleri tarafından belirlenmiş ve hedefler net olarak ortaya konulmuştur. Böylesi bir anlayış, geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin mimari tasarım süreci sonunda değerlendirme amaçlı uygulanmasında kolaylaştırıcı bir rol oynamıştır.

Sonuç olarak, geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin, Alan Çalışması 1 kapsamında sunmuş olduğu avantajlar aşağıda gibi ifade edilebilir. Buna göre **yöntem**;

- Altında yatan anlayışın basit fakat uygun alternatifin belirlenmesinde kapsamlı karşılaştırmalara dayalı olması.
- Nitel veri içeren çok ölçütlü karar problemlerini etkili şekilde çözebilir olması.
- Karar vericinin karar problemlerini daha iyi anlamasını ve karar vericilerin kararlı davranışları için gerekli olan tutarlılığı ve esnekliği sağlayabilmesi.
- Toplu karar vermeyi olanaklı hale getirmesi.
- Mimari tasarım pratiğinde karar vermenin rasyonel bir yapıya oturtulması ve tasarımlar hakkında daha bilinçli objektif kararların verilmesine yardım olabilesiyle,

mimari tasarımların **ürün bazında** değerlendirilmelerinde **başarılı** bulunmuştur.

4.1.2 Alan Çalışması 2

Alan çalışması 2, tasarım sürecinin **geleneksel anlayışla** yürütüldüğü bir tasarım stüdyosu (YTÜ Bitirme Projesi, bahar 2009) ortamında gerçekleştirilmiştir. Tasarım süreci sonunda elde edilen projeler, düzenlenen “*Süha Toner Diploma Projesi Öğrenci Yarışması*” başlıklı mimari tasarım yarışması kapsamında değerlendirilmiştir. Proje konusu İstanbul'da terk edilmiş bir fabrika alanında, mevcut yapının potansiyelleri

kullanılarak geliştirilecek kültürel işlevli bir yapının tasarlanmasıdır. Beklenti; her tasarımcının süreç başında kimlik, işlev, ulaşım, çevre etkisi gibi mimarlığın genel problematiklerine göre oluşturdukları bir program çerçevesinde, öngördükleri tasarım anlayışını yansıtan projeler geliştirmesidir. Projelerin geliştirildiği tasarım stüdyosu, danışan (öğrenci) ve danışman (yürütücü) arasındaki iletişim ortamında geleneksel bir tasarım anlayışı ile yürütülmüş ve tasarım eğitimi için gerekli olan bilgi bu iletişim ortamında üretilip paylaşılmıştır.

Alan Çalışması 2'nin amacı; Çalışma 1 kapsamında, sistematik bir tasarım süreci ile üretilmiş tasarımların karar verme amaçlı değerlendirilmesinde uygulanan **bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin**:

- Geleneksel bir tasarım sürecinin sonunda elde edilen projelerin değerlendirilmesinde uygulanabilirliğinin test edilmesi ve
- Mimari tasarım yarışmaları kapsamında uygulanabilme potansiyellerinin araştırılmasıdır.

Alan Çalışması 2, devam eden ve yukarıda kısaca açıklanan tasarım stüdyosu paralelinde yapılan bir araştırmayı kapsar. Çalışmada süreç, grup yürütücülerinin üretilcek tasarımları değerlendirmede kendilerine yardımcı olabilecek ortak bir kriter setini oluşturmaları ile başlamıştır. Bunu değerlendirme kriterlerine ait bir hiyerarşik yapının oluşturulması ve bir anket çalışması yapılarak grup yürütücülerinin kriterler hakkındaki değer yargılarının tespit edilmesi izlemiştir. İzlenen bu süreç çalışmanın ilk aşaması olarak ifade edilebilir. Grup yürütücülerinin değerlendirme kriterlerine göre alternatif tasarımları karşılaştırdıkları ikinci aşama, tasarım stüdyosunun sonlandığı ve oluşturulan yarışma jürisi tarafından tasarımların değerlendirilip sonuçların açıklanmasından sonraki bir dönemde yapılmıştır. Bu aşamada, üretilen tasarımlar arasından, ikisi sıralamaya girmiş dört proje (**X, Y, Z, Q**) geliştirilen karar verme yöntemi ile değerlendirilmek üzere grup yürütücüleri tarafından seçilmiştir. Değerlendirme sonunda seçilen projeler için elde edilen sıralama ile yarışma jürisinin yaptığı sıralamanın bir karşılaştırması yapılarak, geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin mimari tasarım yarışmalarında uygulanabilirliği test edilmiştir. (*Karar verme bağlamında değerlendirilen X, Y, Z, Q projeleri için bkz. Ek C*).

Alan Çalışması 1 kapsamında, üretilen tasarımların karar verme amaçlı

değerlendirilmesinde takip edilen adımlar Çalışma 1’deki uygulama ile benzer bir süreci içermektedir. Bu nedenle Çalışma 2’de yöntemin uygulama süreci, gerekli görülen temel esasların açıklanması ile analiz ve sentez aşaması başlıkları altında verilmiştir.

4.1.2.1 Analiz Aşaması

Alan Çalışması 2 kapsamında yöntemin analiz aşamasının uygulama süreci aşağıda belirtilen sınıflandırma üzerinden yapılmıştır. Buna göre:

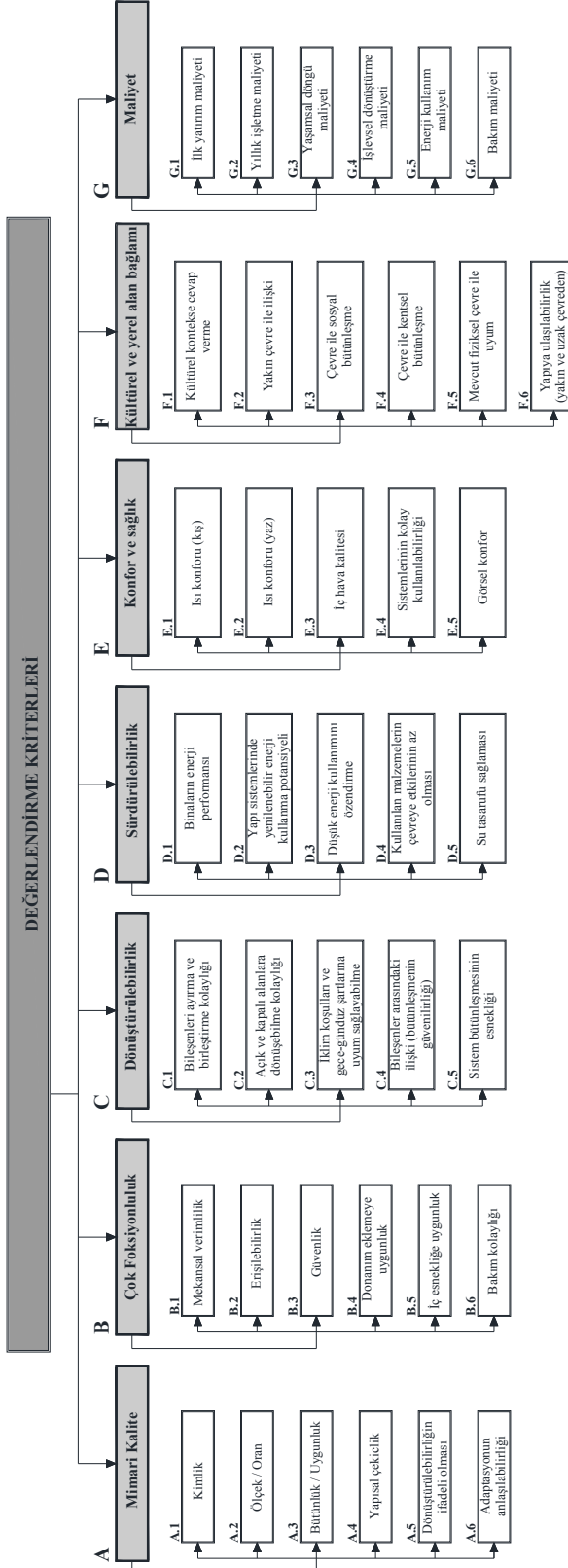
- Üretilcek tasarımları değerlendirmede grup yürütücülerine yardımcı olabilecek, tasarımları değerlendirmede ortak görüşlerini yansıtan bir **kriter seti** oluşturulmuştur.
- Belirlenen kriterlerin ilişkilerini yansıtan **hiyerarşik organizasyon şeması** oluşturulmuştur (Şekil 4. 7).
- Her bir yürütücünün, belirlenen değerlendirme kriterleri ve değerlendirilen alternatif tasarımlar hakkında, öncelikleri ile ilgili görüşlerini belirttiği bir **anket** çalışması yapılmıştır.

Alan Çalışması 2 kapsamında öngörülen proje konusunda grup yürütücüleri tarafından belirlenen değerlendirme kriterleri aşağıdaki gibidir:

- A. Mimari kalite:
 - A.1 Kimlik,
 - A.2 Ölçek / Oran,
 - A.3 Bütünlük / Uygunluk,
 - A.4 Yapısal çekicilik,
 - A.5 Dönüştürülebilirliğin ifadeli olması,
 - A.6 Adaptasyonun anlaşılabilirliği,
- B. Çok fonksiyonlu olması:
 - B.1 Mekânsal verimlilik,
 - B.2 Erişilebilirlik,
 - B.3 Güvenlik,
 - B.4 Donanım eklemeye uygunluk,
 - B.5 İç esnekliğe uygunluk,
 - B.6 Bakım kolaylığı,

- C. Dönüştürülebilir olması:
 - C.1 Bileşenleri ayırma ve birleştirme kolaylığı,
 - C.2 Açık ve kapalı alanlara dönüşebilme kolaylığı,
 - C.3 İklim koşullarına ve gece gündüz şartlarına uyum sağlayabilme,
 - C.4 Bileşenler arasındaki ilişki (bütünleşmenin güvenilirliği),
 - C.5 Sistem bütünleşmesinin esnekliği,
- D. Enerji performansı bağlamında sürdürülebilir olması:
 - D.1 Bina enerji performansı ile doğal çevrelerin desteklenmesi,
 - D.2 Yapı sistemlerinde yenilenebilir sistemler kullanma potansiyeli,
 - D.3 Düşük enerji kullanımını özendirme,
 - D.4 Malzeme kullanımı ile çevre etkisinin azaltılması,
 - D.5 Su tasarrufu sağlama potansiyeli,
- E. Konfor ve sağlık koşullarının sağlanması:
 - E.1 Isı konforu (kış),
 - E.2 Isı konforu (yaz),
 - E.3 İç hava kalitesi,
 - E.4 Sistemlerin kolay kullanılabilirliği,
 - E.5 Görsel konfor,
- F. Kültürel ve yerel alan bağlamı:
 - F.1 Kültürel kontekste cevap verme,
 - F.2 Yakın çevre ile ilişki,
 - F.3 Çevre ile sosyal bütünleşme,
 - F.4 Çevre ile kentsel bütünleşme,
 - F.5 Mevcut fiziksel çevre ile uyum,
 - F.5 Yapıya ulaşılabilirlik (yakın ve uzak çevreden),
- G. Maliyet:
 - G.1 İlk yatırım maliyeti,
 - G.2 Yıllık işletme maliyeti,
 - G.3 Yaşamsal döngü maliyeti,
 - G.4 İşlevsel dönüştürme maliyeti,
 - G.5 Enerji kullanım maliyeti,
 - G.6 Bakım maliyeti.

KARAR AĞACI



Şekil 4. 7 Belirlenen değerlendirme kriterlerinin hiyerarşik organizasyonu

4.1.2.2 Sentez Aşaması

Kriterlerin Öncelikli Ağırlık Değerlerinin Hesaplanması

Analiz aşamasında yapılan anketlerin değerlendirilmesi sonucu elde edilen veriler, sentez aşamasındaki bu süreçte, tüm kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin belirlendiği ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken karar ağacındaki gruplandırılmalar esas alınmaktadır. Genel olarak matrislerin oluşturulmasında izlenen süreç aşağıdaki gibidir:

- Kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılmasında kullanılan sözel yargıların, Şekil 3.1'deki 9'lu karşılaştırma cetveline göre seçilik değerlere dönüştürülerek, her bir kriter grubuna ait ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
- Oluşturulan bu matrislerde kriterlere ait seçilik değerlerin, Şekil 3. 9'da verilen bulanık karşılık değerleri kullanılarak bulanık sayılara dönüştürülmesi.
- Her bir yürütücüye ait bireysel görüşü yansıtan bu değerlerin ortak değer yargılarını yansıtır hale indirgenerek ifade edilmesi.

Buna göre, A, B, C, D, E, F ve G kriterleri için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri Çizelge 4. 20, 4. 21 ve 4. 22'de verilmiştir.

Çizelge 4. 20 A, B,...,G kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi

		Mimari Kalite A	Çok Fonksiyonluluk B	Dönüştürülebilirlik C	Sürdürülebilirlik D	Konfor ve Sağlık E	Kültürel ve Yerel Alan Bağlamı F	Maliyet G
A	1. Uzman Görüşü	1	5	1	1/5	1/3	1	1
	2. Uzman Görüşü	1	5	3	1/7	1/3	1/3	1
B	1. Uzman Görüşü	1/5	1	1/3	1/2	1/2	1/3	1/3
	2. Uzman Görüşü	1/5	1	1/3	1/2	1/2	1/2	1/3
C	1. Uzman Görüşü	1	3	1	1/3	1	1	1
	2. Uzman Görüşü	1/3	3	1	1/5	1/5	1/5	1/5
D	1. Uzman Görüşü	5	2	3	1	1	5	5
	2. Uzman Görüşü	7	2	5	1	1	3	5
E	1. Uzman Görüşü	3	2	1	1	1	1	1
	2. Uzman Görüşü	5	2	5	1	1	1	5
F	1. Uzman Görüşü	1	3	1	1/5	1	1	1
	2. Uzman Görüşü	3	2	5	1/3	1	1	1/5
G	1. Uzman Görüşü	1	3	1	1/5	1	1	1
	2. Uzman Görüşü	1	5	5	1/5	1/5	5	1

Çizelge 4.21 Kriterlere ait seçilik değerlerin bulanıklaştırıldığı karşılaştırma matrisi

		A Mimari Kalite	B Çok Fonksiyonluluk	C Dönüştürülebilirlik	D Sürdürülebilirlik	E Konfor ve Sağlık	F Kültürel ve Yerel Alan Bağlamı	G Maliyet
A	1. Uzman Görüşü	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
	2. Uzman Görüşü	(1,1,1)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1/9,1/7,1/5)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)
B	1. Uzman Görüşü	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/4,1/2,1)	(1/4,1/2,1)	(1/5,1/3,1)	(1/5,1/3,1)
	2. Uzman Görüşü	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1/4,1/2,1)	(1/4,1/2,1)	(1/4,1/2,1)	(1/5,1/3,1)
C	1. Uzman Görüşü	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
	2. Uzman Görüşü	(1/5,1/3,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1/7,1/5,1/3)	(1/7,1/5,1/3)	(1/7,1/5,1/3)
D	1. Uzman Görüşü	(3,5,7)	(1,2,4)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)
	2. Uzman Görüşü	(5,7,9)	(1,2,4)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,3,5)	(3,5,7)
E	1. Uzman Görüşü	(1,3,5)	(1,2,4)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
	2. Uzman Görüşü	(3,5,7)	(1,2,4)	(3,5,7)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)
F	1. Uzman Görüşü	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
	2. Uzman Görüşü	(1,3,5)	(1,2,4)	(3,5,7)	(1/5,1/3,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)
G	1. Uzman Görüşü	(1,1,1)	(1,3,5)	(1,1,1)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)
	2. Uzman Görüşü	(1,1,1)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1/7,1/5,1/3)	(1/7,1/5,1/3)	(3,5,7)	(1,1,1)

Çizelge 4. 22 Kriterlere ait tek bir bulanık değer belirtilmiştir karşılaştırma matrisi

		A Mimari Kalite	B Çok Fonksiyonluluk	C Dönüştürülebilirlik	D Sürdürülebilirlik	E Konfor ve Sağlık	F Kültürel ve Yerel Alan Bağlamı	G Maliyet
A	l	1,00	3,00	1,00	0,13	0,20	0,60	1,00
	m	1,00	5,00	2,00	0,17	0,33	0,67	1,00
	u	1,00	7,00	3,00	0,27	1,00	1,00	1,00
B	l	0,14	1,00	0,20	0,25	0,25	0,23	0,20
	m	0,20	1,00	0,33	0,50	0,50	0,42	0,33
	u	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	l	0,60	1,00	1,00	0,17	0,57	0,57	0,57
	m	0,67	3,00	1,00	0,27	0,60	0,60	0,60
	u	1,00	5,00	1,00	0,67	0,67	0,67	0,67
D	l	4,00	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	3,00
	m	6,00	2,00	4,00	1,00	1,00	4,00	5,00
	u	8,00	4,00	6,00	1,00	1,00	6,00	7,00
E	l	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00
	m	3,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	3,00
	u	5,00	4,00	4,00	1,00	1,00	1,00	4,00
F	l	1,00	1,00	2,00	0,17	1,00	1,00	0,57
	m	2,00	2,50	3,00	0,27	1,00	1,00	0,60
	u	3,00	4,50	4,00	0,67	1,00	1,00	0,67
G	l	1,00	1,00	2,00	0,14	0,57	2,00	1,00
	m	1,00	3,00	3,00	0,20	0,60	3,00	1,00
	u	1,00	5,00	4,00	0,33	0,67	4,00	1,00

Çalışmanın bu bölümünde çok sayıdaki tablodan kaçınmak için sadece A, B,... ,G kriterlerine ait matrislere yer verilmiş ve yöntemin uygulanması ile ilgili işlemler, bu kriterler için elde edilen değerler üzerinden yapılarak, örneklendirilmiştir.

A, B, C, D, E, F ve G kriterleri için Çizelge 4. 22’de belirtilen matris değerlerine (3.21) eşitliğinin uygulanması ile Çizelge 4. 23’teki sentetik değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4. 23 A, B, C, D, E, F ve G kriterlerine ait sentetik değerler

	l	m	u
SA	0,061	0,128	0,279
SB	0,020	0,041	0,124
SC	0,039	0,085	0,189
SD	0,123	0,290	0,645
SE	0,079	0,176	0,391
SF	0,059	0,131	0,290
SG	0,068	0,149	0,313

Elde edilen bu sentetik değerlere sırasıyla;

- Eşitlik (3.22) ve (3.23)’ün uygulanması ile sırasıyla SA, SB, SC, SD, SE, SF ve SG’ye ait sentetik karşılaştırma değerleri (Çizelge 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30),
- Eşitlik (3.24)’ün uygulanması ile de bu sentetik üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları elde edilmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4. 24 SA’ya ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	la	ma	ua	l	m	u	
V(SA≥SB) =	0,061	0,128	0,279	0,020	0,041	0,124	1,000
V(SA≥SC) =	0,061	0,128	0,279	0,039	0,085	0,189	1,000
V(SA≥SD) =	0,061	0,128	0,279	0,123	0,290	0,645	0,492
V(SA≥SE) =	0,061	0,128	0,279	0,079	0,176	0,391	0,806
V(SA≥SF) =	0,061	0,128	0,279	0,059	0,131	0,290	0,989
V(SA≥SG) =	0,061	0,128	0,279	0,068	0,149	0,313	0,912

Çizelge 4. 25 SB’ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	lb	mb	ub	l	m	u	
V(SB≥SA) =	0,020	0,041	0,124	0,061	0,128	0,279	0,421
V(SB≥SC) =	0,020	0,041	0,124	0,039	0,085	0,189	0,660
V(SB≥SD) =	0,020	0,041	0,124	0,123	0,290	0,645	0,005
V(SB≥SE) =	0,020	0,041	0,124	0,079	0,176	0,391	0,250
V(SB≥SF) =	0,020	0,041	0,124	0,059	0,131	0,290	0,420
V(SB≥SG) =	0,020	0,041	0,124	0,068	0,149	0,313	0,344

Çizelge 4. 26 SC'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	lc	mc	uc	l	m	u	
$V(SC \geq SA) =$	0,039	0,085	0,189	0,061	0,128	0,279	0,748
$V(SC \geq SB) =$	0,039	0,085	0,189	0,020	0,041	0,124	1,000
$V(SC \geq SD) =$	0,039	0,085	0,189	0,123	0,290	0,645	0,244
$V(SC \geq SE) =$	0,039	0,085	0,189	0,079	0,176	0,391	0,546
$V(SC \geq SF) =$	0,039	0,085	0,189	0,059	0,131	0,290	0,739
$V(SC \geq SG) =$	0,039	0,085	0,189	0,068	0,149	0,313	0,655

Çizelge 4. 27 SD'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	ld	md	ud	l	m	u	
$V(SD \geq SA) =$	0,123	0,290	0,645	0,061	0,128	0,279	1,000
$V(SD \geq SB) =$	0,123	0,290	0,645	0,020	0,041	0,124	1,000
$V(SD \geq SC) =$	0,123	0,290	0,645	0,039	0,085	0,189	1,000
$V(SD \geq SE) =$	0,123	0,290	0,645	0,079	0,176	0,391	1,000
$V(SD \geq SF) =$	0,123	0,290	0,645	0,059	0,131	0,290	1,000
$V(SD \geq SG) =$	0,123	0,290	0,645	0,068	0,149	0,313	1,000

Çizelge 4. 28 SE'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	le	me	ue	l	m	u	
$V(SE \geq SA) =$	0,079	0,176	0,391	0,061	0,128	0,279	1,000
$V(SE \geq SB) =$	0,079	0,176	0,391	0,020	0,041	0,124	1,000
$V(SE \geq SC) =$	0,079	0,176	0,391	0,039	0,085	0,189	1,000
$V(SE \geq SD) =$	0,079	0,176	0,391	0,123	0,290	0,645	0,703
$V(SE \geq SF) =$	0,079	0,176	0,391	0,059	0,131	0,290	1,000
$V(SE \geq SG) =$	0,079	0,176	0,391	0,068	0,149	0,313	1,000

Çizelge 4. 29 SF'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	lf	mf	uf	l	m	u	
$V(SF \geq SA) =$	0,059	0,131	0,290	0,061	0,128	0,279	1,000
$V(SF \geq SB) =$	0,059	0,131	0,290	0,020	0,041	0,124	1,000
$V(SF \geq SC) =$	0,059	0,131	0,290	0,039	0,085	0,189	1,000
$V(SF \geq SD) =$	0,059	0,131	0,290	0,123	0,290	0,645	0,513
$V(SF \geq SE) =$	0,059	0,131	0,290	0,079	0,176	0,391	0,822
$V(SF \geq SG) =$	0,059	0,131	0,290	0,068	0,149	0,313	0,925

Çizelge 4. 30 SG'ye ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

	la	ma	ua	l	m	u	
$V(SG \geq SA) =$	0,068	0,149	0,313	0,061	0,128	0,279	1,000
$V(SG \geq SB) =$	0,068	0,149	0,313	0,020	0,041	0,124	1,000
$V(SG \geq SC) =$	0,068	0,149	0,313	0,039	0,085	0,189	1,000
$V(SG \geq SD) =$	0,068	0,149	0,313	0,123	0,290	0,645	0,574
$V(SG \geq SE) =$	0,068	0,149	0,313	0,079	0,176	0,391	0,894
$V(SG \geq SF) =$	0,068	0,149	0,313	0,059	0,131	0,290	1,000

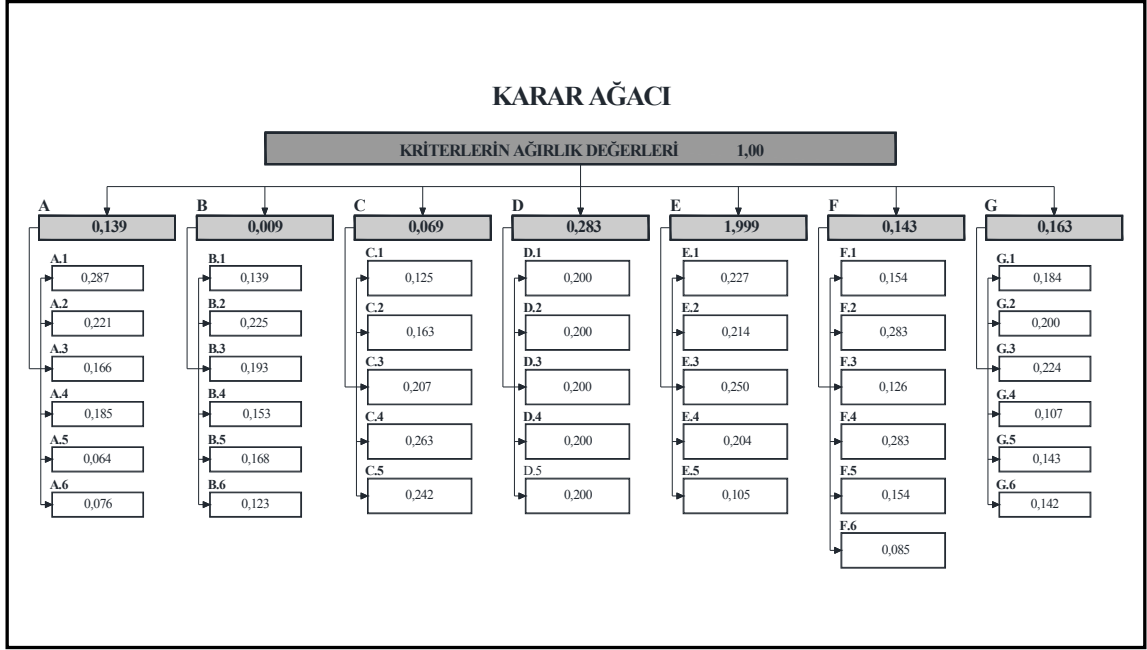
Çizelge 4. 31 SA, BS, SC, SD, SE, SF ve SG'ye ait sentetik karşılaştırmaların minimumları

$d'(A) = V(SA \geq SB, SC, SD, SE, SF, SG)$ $d'(A) = \min (1,000, 1,000, 0,492, 0,806, 0,989, 0,912) = \mathbf{0,492}$
$d'(B) = V(SB \geq SA, SC, SD, SE, SF, SG)$ $d'(B) = \min (0,421, 0,660, 0,005, 0,250, 0,420, 0,344) = \mathbf{0,005}$
$d'(C) = V(SC \geq SA, SB, SD, SE, SF, SG)$ $d'(C) = \min (0,748, 1,000, 0,244, 0,546, 0,739, 0,655) = \mathbf{0,244}$
$d'(D) = V(SD \geq SA, SB, SC, SE, SF, SG)$ $d'(D) = \min (1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 1,000, 1,000) = \mathbf{1,000}$
$d'(E) = V(SE \geq SA, SB, SC, SD, SF, SG)$ $d'(E) = \min (1,000, 1,000, 1,000, 0,703, 1,000, 1,000) = \mathbf{0,703}$
$d'(F) = V(SF \geq SA, SB, SC, SD, SE, SG)$ $d'(F) = \min (1,000, 1,000, 1,000, 0,513, 0,822, 0,925) = \mathbf{0,513}$
$d'(G) = V(SG \geq SA, SB, SC, SD, SE, SF)$ $d'(G) = \min (1,000, 1,000, 1,000, 0,574, 0,894, 1,000) = \mathbf{0,574}$

Sonuçta normalizasyon yolu ile A, B, C, D, E, F, G karar kriterleri ile ilgili öncelikli ağırlık değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4. 32). Sürecin devamında Alan Çalışması 2 kapsamında belirlenen bütün değerlendirme kriterlerine ait elde edilen öncelikli ağırlık değerleri, oluşturulan hiyerarşik organizasyon düzeninde Şekil 4. 8'de ifade edilmiştir.

Çizelge 4. 32 A, B, C, D, E, F ve G kriterlerine ait öncelikli ağırlık değerleri

	A	B	C	D	E	F	G	Toplam
W'	0,492	0,005	0,244	1,000	0,703	0,513	0,574	3,530
W	0,139	0,001	0,069	0,283	0,199	0,145	0,163	1,000



Şekil 4. 8 Belirlenen her bir değerlendirme kriterlerine ait öncelikli ağırlık değerleri

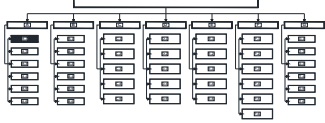
Alternatiflerin Ağırlıklı Performans Değerlerinin Hesaplanması

Geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin, Alan çalışması 2 kapsamında uygulanmasında, analiz aşamasındaki ikinci adım; proje konusunda tasarımları gerçekleştirilen ve X, Y, Z, Q olarak isimlendirmiş projelerin ağırlıklı performans değerlerinin hesaplanmasıdır. Buna göre bu adımda yöntemin uygulanmasında izlenen süreç kısaca aşağıdaki sıralanmıştır:

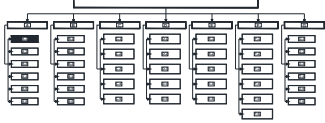
1. X, Y, Z ve Q tasarımlarının her bir değerlendirme kriterine göre ikili karşılaştırma matrislerinin hazırlanması,
2. Bulanık sentetik değerlerin elde edilmesi,
3. Bulanık sentetik değerlerin karşılaştırılması,
4. X, Y, Z ve Q tasarımlarının ağırlık değerlerinin hesaplanması,
5. Bu değerlerle, hiyerarşik organizasyonunun en alt basamağından başlayarak karar ağacındaki (Şekil 4. 8) ilgili kriterlerin ağırlık değerlerinin çarpılması sonucunda X, Y, Z ve Q tasarımların ağırlıklı performans değerlerinin elde edilmesi.

Çalışmanın bu bölümünde çok sayıdaki işlemsel tablodan kaçınmak için, her bir tasarım alternatifinin sadece A1 kriterine göre yapılan hesaplamalı tablolarına yer verilmiştir.

Çizelge 4. 33 A1 kriterine göre X, Y, Z ve Q tasarımlarının ikili karşılaştırma matrisi

Kimlik (A. 1) 					
		X	Y	Z	Q
X	1. Uzman Görüşü	1	1	5	7
	2. Uzman Görüşü	1	1	9	9
Y	1. Uzman Görüşü	1/5	1	7	7
	2. Uzman Görüşü	1/9	1	9	9
Z	1. Uzman Görüşü	1/7	1/7	1	5
	2. Uzman Görüşü	1/9	1/9	1	5
Q	1. Uzman Görüşü	1/7	1/7	1/5	1
	2. Uzman Görüşü	1/9	1/9	1/5	1

Çizelge 4. 34 A1 kriterine göre X, Y, Z ve Q tasarımlarına ait seçilik değerlerin bulanıklaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisi

Kimlik (A. 1) 					
		X	Y	Z	Q
X	1. Uzman Görüşü	(1,1,1)	(1,1,1)	(3,5,7)	(5,7,9)
	2. Uzman Görüşü	(1,1,1)	(1,1,1)	(7,9,11)	(7,9,11)
Y	1. Uzman Görüşü	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)	(5,7,9)	(5,7,9)
	2. Uzman Görüşü	1/11,1/9,1/7	(1,1,1)	(7,9,11)	(7,9,11)
Z	1. Uzman Görüşü	(1/9,1/7,1/5)	(1/9,1/7,1/5)	(1,1,1)	(3,5,7)
	2. Uzman Görüşü	1/11,1/9,1/7	1/11,1/9,1/7	(1,1,1)	(3,5,7)
Q	1. Uzman Görüşü	(1/9,1/7,1/5)	(1/9,1/7,1/5)	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)
	2. Uzman Görüşü	1/11,1/9,1/7	1/11,1/9,1/7	(1/7,1/5,1/3)	(1,1,1)

Çizelge 4. 35 A1 kriterine göre X, Y, Z ve Q tasarımlarının sentetik değerleri

A. 1	l	m	u
SX	0,249	0,406	0,663
SY	0,251	0,410	0,671
SZ	0,080	0,149	0,263
SQ	0,026	0,035	0,053

Çizelge 4. 36 A1 kriterine göre X tasarımına ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

A. 1	lx	mx	ux	l	m	u	
$V(SX \geq SY) =$	0,249	0,406	0,663	0,251	0,410	0,671	0,991
$V(SX \geq SZ) =$	0,249	0,406	0,663	0,080	0,149	0,263	1,000
$V(SX \geq SQ) =$	0,249	0,406	0,663	0,026	0,035	0,053	1,000

Çizelge 4. 37 A1 kriterine göre Y tasarımına ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

A. 1	lx	mx	ux	l	m	u	
$V(SY \geq SX) =$	0,251	0,410	0,671	0,249	0,406	0,663	1,000
$V(SY \geq SZ) =$	0,251	0,410	0,671	0,080	0,149	0,263	1,000
$V(SY \geq SQ) =$	0,251	0,410	0,671	0,026	0,035	0,053	1,000

Çizelge 4. 38 A1 kriterine göre Z tasarımına ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

A. 1	lx	mx	ux	l	m	u	
$V(SZ \geq SX) =$	0,080	0,149	0,263	0,249	0,406	0,663	0,054
$V(SZ \geq SY) =$	0,080	0,149	0,263	0,251	0,410	0,671	0,046
$V(SZ \geq SQ) =$	0,080	0,149	0,263	0,026	0,035	0,053	1,000

Çizelge 4. 39 A1 kriterine göre Q tasarımına ait sentetik üçgensel karşılaştırma değerleri

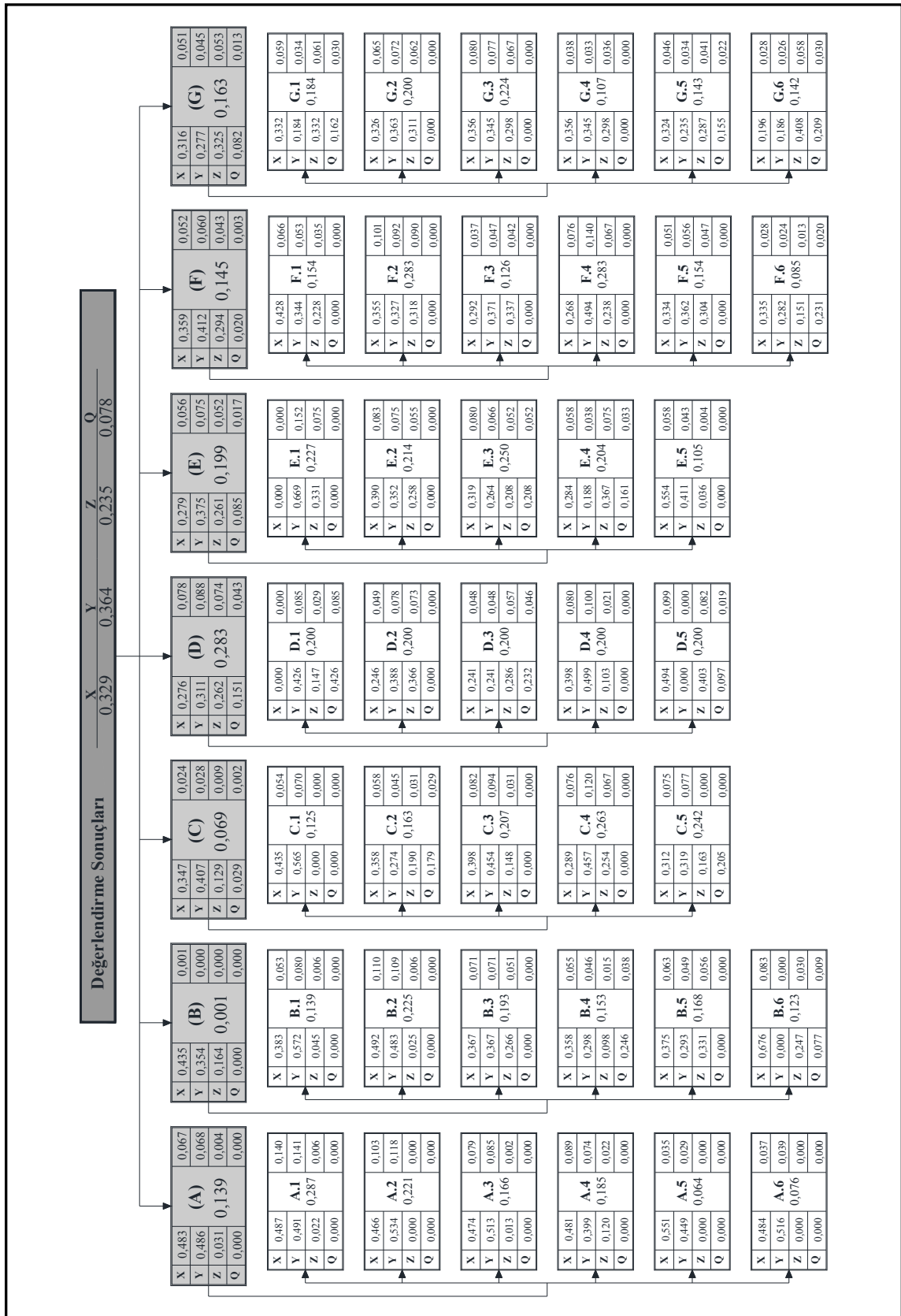
A. 1	lx	mx	ux	l	m	u	
$V(SQ \geq SX) =$	0,026	0,035	0,053	0,249	0,406	0,663	0,000
$V(SQ \geq SY) =$	0,026	0,035	0,053	0,251	0,410	0,671	0,000
$V(SQ \geq SZ) =$	0,026	0,035	0,053	0,080	0,149	0,263	0,000

Çizelge 4. 40 A1 kriterine göre SX, SY SZ ve SQ' ya ait üçgensel karşılaştırma değerlerinin minimumları

$d'(A1) = V(SX \geq SY, SZ, SQ)$	$d'(A1) = V(SZ \geq SX, SY, SQ)$
$d'(A1) = \min (0,991, 1,000, 1,000) = \mathbf{0,991}$	$d'(A1) = \min (0,054, 0,046, 1,000) = \mathbf{0,046}$
$d'(A1) = V(SY \geq SX, SZ, SQ)$	$d'(A1) = V(SQ \geq SX, SY, SZ)$
$d'(A1) = \min (1,000, 1,000, 1,000) = \mathbf{1,000}$	$d'(A1) = \min (0,000, 0,000, 0,000) = \mathbf{0,000}$

Çizelge 4. 41 A1 kriterine göre X, Y, Z ve Q tasarımlarına ait elde edilen ağırlık değerleri

A. 1	X	Y	Z	Q	Toplam
W'	0,991	1,000	0,046	0,000	2,037
W	0,487	0,491	0,022	0,000	1,000



Şekil 4. 9 X, Y, Z ve Q tasarımlarına ait ağırlıklı performans değerleri

X, Y, Z ve Q tasarımları her bir karar kriterine göre değerlendirilerek Şekil 4. 9’da belirtilen sonuç değerleri (**X= 0,329, Y= 0,364, Z= 0,235, Q=0,078**) elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre kabul edilen koşullar altında Y tasarımı, grup yürütücülerince yapılan değerlendirmede X, Z ve Q tasarımlarına göre %36’lık oranla en uygun proje olarak belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmede X ikinci, Z üçüncü proje olarak sıralanmıştır. Sıralamada dördüncü olan Q projesi ise belirlenen birçok kritere göre yetersiz bulunmuş ve grup yürütücülerince tarafından başarısız olarak nitelendirilmiştir.

Geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi ile yapılan değerlendirme sonucu elde edilen bu sıralama “*Süha Toner Diploma Projesi Öğrenci Yarışması*” başlıklı mimari tasarım yarışmasının jürisi tarafından yapılan sıralama ile **örtüşmektedir**. Özellikle sıralamada birinci gelen “**Y**” projesinin aynı yıl yapılan “*Arciprix 2009 - Mimarlık Öğrencileri Bitirme Projesi Ulusal Yarışması*” kapsamında da birinci olması, geliştirilen yöntemin tutarlılığının değerlendirildiği bu çalışma için önemli bir girdi sağlamıştır.

Buna göre Alan Çalışması 2 çerçevesinde, geliştirilen **bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin** sunmuş olduğu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Geliştirilen yöntemin, karakter olarak soyut kavramlarla iç içe olan karmaşık ve çelişkili bir yapıya sahip mimarlık işinin değerlendirilmesinde uygulanabilme potansiyeline sahip olması.
- Mimari tasarım yarışmalarında karar vermenin rasyonel bir yapıya oturtulması ve tasarımlar hakkında daha bilinçli objektif kararların verilebilmesi noktasında geliştirilen yöntemin karar vermeye yardımcı olarak kullanılabilmesi.

4.2 Mimari Tasarımların Süreç Bazında Değerlendirmesi

Geliştirilen kuramsal yöntemin mimari tasarım sürecinde uygulanabilirliği, çalışma kapsamında sürdürülebilirlik ve çevresel değerlendirme sertifika sistemleri bağlamında ele alınan alan çalışmaları ile araştırılmıştır.

Günümüzde yapı sektöründe, binaların çevre dostu kriterlere göre tasarlanarak inşa edildiği ve geliştirilen yeşil bina sertifika sistemleri ile değerlendirildiği bir işleyişin, sosyal sorumluluk anlayışında ki gelişim paralelinde geliştiği görülmektedir. Bu çerçevede BREEAM, LEED, CASBEE bu gün dünyada binalar için en yaygın

kullanılan çevresel değerlendirme sertifika sistemleri olarak değerlendirilmektedir.

Alan Çalışması 3 ve 4, bu anlayıştan hareketle sistematik bir tasarım sürecinin tariflendiği, tasarımcının belirli kısıtlamalar içinde tasarım yapmasını gerektiren bu veya benzer sistemlerin yakın gelecekte mimari tasarım anlayışına yön vermede daha etkin bir rol üstlenecekleri öngörüsü üzerine yapılandırılmıştır.

Geliştirilen kuramsal yöntemin mimari tasarım sürecinde uygulanabilirliği ile ilgili tez kapsamında yapılan alan çalışmalarında; tasarım stüdyoları özelinde, mimarlık eğitiminde kaynakların verimli kullanılmasına imkân tanıyan ve geliştirilmesi muhtemel çevresel değerlendirme sertifika sistemleri ile adaptasyonu destekleyecek bir eğitim anlayışının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, çalışma kapsamında geliştirilen kuramsal karar vermeye yardımcı yöntemin kullanılacağı mimari tasarım süreci;

- Bilginin depolandığı, organize edildiği, üzerinde işlem yapıp kararların alındığı sistematik bir karar verme süreci olarak görülmüş ve
- “**Bilgi Toplama – Analiz – Sentez – Değerlendirme - Karar**” döngüsü ile

aşamalandırılmıştır.

Bu döngü, sistematik karar verme sürecindeki tasarıma ait bir problemin çözüldüğü seviyelerden birini (alan seçimi gibi) yansıtmakta ve karar verici için bu döngüsel süreç, tasarım sürecindeki her tasarım probleminin çözümünde tekrarlanmaktadır. Çalışma kapsamında tasarım sürecindeki karar adımlarının arttırılmasının, tasarım probleminin anlaşılabilirliğine katkı sağlayacağı öngörülmüştür.

Bu çerçevede, geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin, kabul edilen sistematik tasarım sürecinin özellikle **bilgi toplama** ve **karar** aşamalarına adapte edilmesi ile gerçekleşmesi öngörülen hedefler aşağıda belirtilmiştir:

- Mimari tasarım sürecinin erken evrelerinde tasarım probleminin tanımlanmasını ve bu problemin tasarımcılar tarafından algılanmasını sağlamak,
- Bir tasarım işinin üstesinden gelmek için gereken bilginin karmaşıklığını analitik bir çalışma yoluyla düzenleyerek tasarım probleminin anlaşılabilirliğini arttırmak,

- Genelde çözüme tesadüfen ulaşılan mimarlıkta, tasarım uzayını daraltmak ve mimari tasarım sürecindeki farkındalığı arttırmak,
- Beklentileri karşılama noktasında tasarımların geliştirilmesi gereken eksikliklerini belirleyerek geri bildirim sağlamak ve tasarımcının performansını arttırmak,
- Tasarım sürecini hızlandırmak, hataları minimuma indirmek ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlamak,
- Yürütücülere (danışman) belirlenen hedefleri izleme fırsatı sağlamak,
- Hem sezgisel hem de mantıksal yönlerin ortaya konulması anlamında bütünsel bir tasarım sürecini oluşturmak,
- Mimari tasarım sürecinde tasarımcı (danışan) ve yürütücünün (danışmanın) sistemli olarak kullanabilecekleri bir yöntem ortaya koymak.

Belirlenen hedefler doğrultusunda yapılandırılan sistematik tasarım süreci içinde, mantığını kullanabilen bir tasarımcının,

- duygusal olmanın etkisinden uzaklaşmak için belirlenen amaçları karşılayan kriterler ve kriterlere ait öncelik değerlerini kullanarak akılcı yolla seçimlerini yapabileceği,
- tasarım prensiplerinin önce farkına varıp, sonra idrak ederek kavraması ile beklentilere büyük ölçüde cevap veren tasarımları elde edebileceği öngörülmektedir.

Tez çalışmasının amaç kısmında da ifade edilen bu hedef ve öngörüler doğrultusunda geliştirilen kuramsal yöntemin mimari tasarım sürecinde uygulanabilirliği ile ilgili yapılan araştırmalar birbirini takip eden iki alan çalışması ile gerçekleştirilmiştir:

- **Alan çalışması 3;** Tasarım sürecinde, tasarıma ait problemin daha net anlaşılabilmesi ve çözümlenebilmesi adına sürecin analitik olarak kavranabilir parçalara ayrılarak aşamalandırılması üzerine kurgulanmıştır. Buna göre Alan Çalışması 3 aşağıda belirtilen aşamaları içeren bir araştırmayı kapsar;
 - Tasarım yapılabilecek alanların belirlenmesi ve değerlendirilerek seçilmesi,
 - Hedefler kapsamında alternatif tasarımlarının üretilmesi ve geliştirilmek üzere en uygun tasarım alternatifinin seçilmesi,

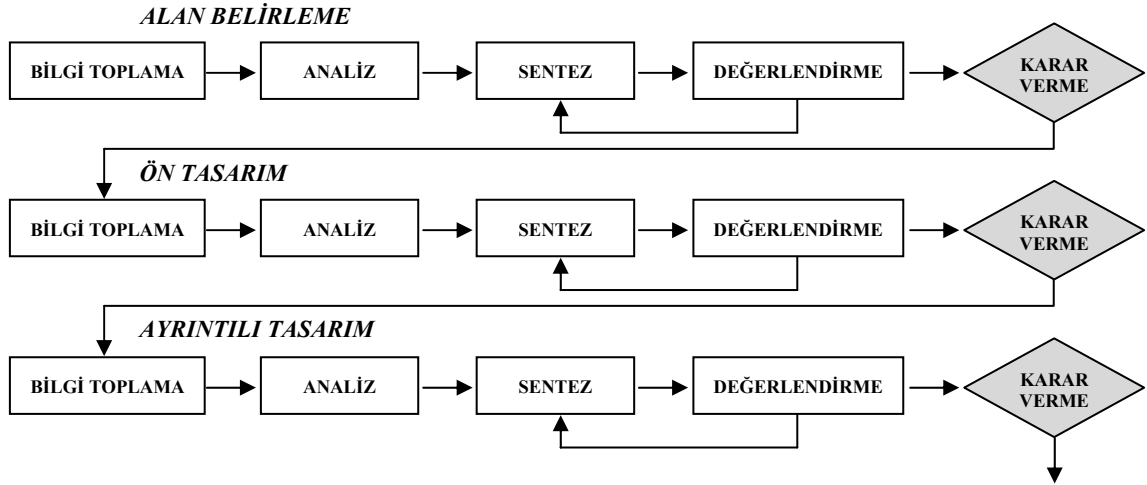
- Bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi kullanılarak geliştirilen tasarımların karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi.
- **Alan çalışması 4;** Alan Çalışması 3 kapsamında tasarımcıya aktarılmaya çalışılan analitik düşünce yapısının daha etkin bir şekilde kullanılmasına imkân veren, kapsamı genişletilmiş bir tasarım konusunda yapılan araştırmayı kapsar. Yöntemden elde edilen kriterlere ait sayısal değerlendirme verilerinin tasarım sürecinde kullanılması Alan Çalışması 3'ten farklılaştığı en temel noktadır.

4.2.1 Alan Çalışması 3

Alan Çalışması 3, 2010 bahar dönemi, Y.T.Ü. Mimarlık Bölümü, Mimari Tasarım 1 (MT1) stüdyosu ilk modülü kapsamında gerçekleştirilmiştir. Tasarım stüdyosunda tasarım süreci, yukarıda ifade edilen, çevresel değerlendirme sertifika sistemleri ile adaptasyonu destekleyecek, karar verme bağlamında yapılandırılan analitik bir düşünce yapısı üzerine kurgulanmıştır. Modül 1 kapsamında aktarılmaya çalışılan sistematik yaklaşım ile büyük ölçüde sezgisel bir düşüncenin hâkim olduğu geleneksel tasarım süreci sorgulanmış ve analitik düşünce yapısının, tasarım stüdyoları özelinde mimari tasarım eğitimi ile bütünleştirilmesi üzerinde odaklanılmıştır.

Bu doğrultuda, Y.T.Ü. Yıldız Yerleşkesi'nde bahar şenlikleri için pavilyonların tasarlanmasının amaçlandığı tasarım stüdyosu, toplam 14 kişilik 5 öğrenci grubu ile yürütülmüş ve birbirini takip eden başlıca üç aşamada yapılandırılmıştır (Şekil 4. 10). Aşağıda belirtilen bu aşamalardan her biri tasarım sürecindeki tasarıma ait bir problemin çözüldüğü seviyeleri ifade etmektedir. Buna göre:

- 1. Aşama: Her bir grup tarafından, belirlenen pavilyon tipleri için yerleşkede alternatif alanların değerlendirilmesi ve tasarım için en uygun pavilyon alanlarının seçilmesi.
- 2. Aşama: Her bir grubun kendi içinde alternatif pavilyon tasarımları üretmesi ve en uygun alternatifin geliştirilmek üzere seçilmesi.
- 3. Aşama: Modül 1 sonunda her grup tarafından geliştirilen ve **X, Y, Z, Q, V** olarak isimlendirilen pavilyon tasarımlarının belirlenen kriterlere göre **bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi** kullanılarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. Değerlendirmeye göre tasarımların geliştirilmesi gereken eksiklik yönlerinin belirlenmesi ve öğrenciye geri bildirim sağlanması.



Şekil 4. 10 Alan Çalışması 3 kapsamında izlenen tasarım süreci

Alan çalışması 3 kapsamında, tasarım probleminin analitik bir düşünce yapısıyla anlaşılabilir parçalara bölünmesi ve sistematik bir çalışma düzeninde çözümler üretilmesi sağlanarak; tasarım uzayının daraltılabileceği, tasarım sürecinde keyfi seçimlerden kaçınılabileceği ve tasarım kapsamında belirlenen hedefleri karşılamada daha etkin tasarımların üretilebileceği öngörülmüştür. Bölümün devamında, ele alınan tasarım konusunda bu anlayış doğrultusunda yapılandırılan tasarım süreci aşamalarına yer verilmiştir. Buna göre:

1. Aşama:

Yerleşke içinde en uygun pavilyon tip ve alanlarının belirlendiği bu aşamada, karar verme bağlamında analitik bir düşünce yapısının öğrenciye aktarılabilmesi amacıyla tasarım problemi, kendi içinde aşağıda belirtilen ve birbirini takip eden adımlardan oluşturulmuştur. Bu adımlar:

1. Yerleşke alanının etüt edilmesi ve mevcut durum hakkında gerekli bilgilenmenin sağlanması (Bkz. Ek D).
2. Pavilyon tip ve alanlarının seçilmesi sürecinde, kullanıcı (öğrenci düzeyinde) beklentilerinin belirlenmesine yönelik bir anket çalışmasının yapılması ve gerekli değerlendirmenin yapılması (Bkz. Ek E).
3. Anket verilerinin değerlendirilmesi sonucunda eğlenceler için aşağıda belirtilen dört farklı pavilyon tipi ve ilgili alanların belirlenmesi. Bunlar:
 - Yeme içme alanları,
 - Satış birimleri alanları,

- Canlı performans alanları,
 - Kulüp ve reklam birimleri alanları.
4. Pavilyon tipileri ile ilgili ihtiyaçların karşılanmasını sağlayacak, alan seçim kriterlerinin oluşturulması. Alan Çalışması 3 kapsamında belirlenen alan seçim kriterlerine ait sınıflandırma aşağıdaki gibidir:
- Alanın nitelikleri ile ilgili kriterler,
 - Büyüklük,
 - Biçim,
 - Alanın yapıma uygunluğu (topografyanın uygunluğu),
 - Alanda var olan çevre koşullarına uygunluk (alt yapı tesislerinin kullanıma uygunluğu),
 - Su,
 - Enerji,
 - İletişim (telekomünikasyon),
 - Kanalizasyon,
 - Alan ve çevresinin doğal özellikleri,
 - Doğal gölge potansiyeli
 - Güneş ışınlarından yararlanabilme potansiyeli,
 - Alanın çevre ile olan ilişkileri,
 - Merkeze yakınlık,
 - Ulaşım kolaylığı,
 - Dersliklerden uzaklık (oluşabilecek gürültü nedeni ile),
 - Mevcut oturma alanlarından yararlanabilme potansiyeli,
 - Taşıt trafiğinin bulunmaması,
 - Alandaki mevcut işleyişi zorlaştırma (seçilen alana getirilen ek yük ile mevcut işleyiş aksamamalıdır),
 - Atık döngüsünün sağlanabilme potansiyeli,
 - Maliyet (hazırlama maliyeti),
 - Alandaki engebelerin düzeltilmesi,
 - Mevcut değersiz yapıların yıkılması,
 - Ekstra bir sert zemin düzenlemesi gerektirmemesi,

5. Her bir pavilyon tipi için yerleşke içinde seçilme potansiyeli olan en az üç farklı alanın belirlenmesi,
6. Pavilyon alanı seçim kriterlerine göre her bir alanın değerlendirilmesi ile ilgili karar matrisinin oluşturulması ve belirlenen her pavilyon tipi için en uygun alanların belirlenmesi (Çizelge 4. 42’de grup 4 tarafından yeme-içme pavilyonları için belirlenen alanlarının değerlendirilmesi ile ilgili yapılan karar matrisi yer almaktadır).

Çizelge 4. 42 Pavilyon alanlarının değerlendirildiği karar matrisi örneği (Grup 4)

Yeme-İçme Alanları Değerlendirme Kriterleri		Alternatif Alanlar			
		Alan 1	Alan 2	Alan 7	
Büyüklik		+	+	+	
Biçim		+	+	+	
Alanın yapıma uygunluğu (topografyanın uygunluğu)		+	+	+	
Su		±	±	+	
Enerji		+	+	+	
İletişim (telekomünikasyon)		±	+	±	
Kanalizasyon		±	±	+	
Alan ve çevresinin doğal özellikleri		-	-	+	
Doğal gölge potansiyeli		+	+	±	
Güneş ışınlarından yararlanabilme potansiyeli		±	+	±	
Merkeze yakınlık		±	+	±	
Ulaşım kolaylığı		+	-	+	
Dersliklerden uzaklık (oluşabilecek gürültü nedeni ile)		-	+	±	
Mevcut oturma alanlarından yararlanabilme potansiyeli		+	-	+	
Taşıt trafiğinin bulunmaması		±	±	±	
Alandaki mevcut işleyişi zorlaştırma		+	-	+	
Atık döngüsünün sağlanabilme potansiyeli		±	±	±	
Alandaki engebelerin düzeltilmesi		+	+	+	
Mevcut değersiz yapıların yıkılması		+	+	+	
Ekstra bir sert zemin düzenlemesi gerektirmemesi		+	±	+	
Değerlendirmede tüm kriterler eşit derece öneme sahiptir. “(+) = 2, (±) = 1, (-) = 0” olarak puanlandırılır.		TOPLAM	29	27	33

Bu değerlendirmeye göre yeme içme pavilyonları için belirlenen en uygun alan “**Alan 7**”dir. Değerlendirmede tüm kriterlerin eşit derecede önemli olduğu varsayılmıştır ve her bir alan, değerlendirildiği kriteri karşılama durumuna göre **iyi (+), orta (±), kötü (-)** ile ifade edilmiştir. Süreç sonunda bu ifadeler “**(+) = 2, (±) = 1, (-) = 0**” karşılık gelecek şekilde sayısallaştırılarak, alanın tüm kriterlere göre performans değeri bulunmuştur.

(Grup 4 tarafından belirlenen diğer pavilyon alanlarının değerlendirmesi ile ilgili karar matrisleri için bkz. Ek F).

2. Aşama:

Her bir grubun kendi içinde alternatif pavilyon tasarımları üretmesi ve uygun alternatifin geliştirilmek üzere seçilmesi süreci sistematik bir anlayışla şu şekilde adımlaştırılmıştır:

1. Amaca uygun pavilyon tasarımı hakkında genel bilgilenme araştırmalarının yapılması.
2. Belirlenen farklı pavilyon tipleri için değerlendirme (karşılaştırma) kriterlerinin oluşturulması. Sürecin bu adımında oluşturulan değerlendirme kriterleri, mimari tasarımdaki temel esaslar ve konu hakkında yapılan ön araştırmalar çerçevesinde öğrenciler ile grup yürütücüleri arasında yapılan karşılıklı diyaloglar ile geliştirilmiştir. Belirlenen tasarım değerlendirme kriterleri aşağıdaki gibidir:

- **A. Mimari kalite:**

- A.1 Kimlik,
- A.2 lek / Oran,
- A.3 Bütünlük / Uygunluk,
- A.4 Yakın evre ilişkisi,
- A.5 Mekânsal verimlilik,

- **B. Sürdürülebilirlik:**

- B.1 Kullanılan yapı bileşenlerinin dönüştürülebilir olması (mevcut tasarımda),
- B.2 Malzemelerin yeniden kullanılabilir olması.
- B.3 Yenilenebilir enerji kullanımını zendirme.
- B.4 Yapı bileşenlerini ayırma ve birleştirme kolaylığı.
- B.5 Yapım sisteminin açık ve kapalı alanlara dönüşebilmesi,

- B.6 İklim koşullarına adaptasyon,
 - B.7 Depolanabilme ve taşınabilme kolaylığı,
 - B.8 Gece / Gündüz şartlarında güvenliğin sağlanabilmesi,
 - B.9 Mekânsal dönüştürülebilirlik.
- C. Maliyet:
 - C.1 İlk yatırım maliyeti,
 - C.2 Kullanım maliyeti.
 - C.3 Bakım maliyeti.
3. Grupların her pavilyon tipi için 3 farklı alternatif tasarım üretmesi (Bkz. Ek 5).
4. Belirlenen değerlendirme kriterlerine göre karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve her işleve en fazla cevap veren en uygun tasarımın seçilmesi (Çizelge 4. 43'te Grup 4 tarafından üretilen alternatif tasarımların belirlenen kriterlere göre değerlendirilmesi ile ilgili yapılan karar matrisi yer almaktadır).

Çizelge 4. 43 Alternatif pavilyon tasarımlarının değerlendirildiği karar matrisi örneği (Grup 4).

Pavilyon Tasarımı Değerlendirme Kriterleri		Alternatif Pavilyon Tasarımları		
		A Önerisi	B Önerisi	C Önerisi
Kimlik		+	+	±
Oran / Ölçek		+	+	+
Bütünlük / Uygunluk (alana uygunluk)		+	-	+
Yakın çevre ilişkisi		+	+	+
Mekansal verimlilik		±	-	±
Kullanılan yapı bileşenlerinin dönüştürülebilir olması		+	-	-
Malzemelerin yeniden kullanılabilir olması		±	-	-
Yenilenebilir enerji kullanımını özendirme)		-	-	-
Yapı bileşenlerini ayırma ve birleştirme kolaylığı		+	±	-
Yapım sisteminin açık ve kapalı alanlara dönüşebilme kolaylığı		±	+	-
İklim koşullarına adaptasyon		±	-	-
Depolanabilme ve taşınabilme kolaylığı		+	±	±
Gece / Gündüz şartlarında güvenliğin sağlanabilmesi		+	+	+
Mekânsal dönüştürülebilirlik		+	-	-
İlk yatırım maliyeti		±	+	±
Kullanım maliyeti		±	±	+
Bakım maliyeti		±	±	+
Değerlendirmede tüm kriterler eşit derece öneme sahiptir. “(+) = 2, (±) = 1, (-) = 0” olarak puanlandırılır.	TOPLAM	25	16	16

Bu değerlendirmeye göre pavilyon tasarımı ile ilgili önerilerin geliştirildiği 2. Aşamada Grup 4 tarafından geliştirilmek üzere seçilen tasarım, 25 puanla A alternatifi olmuştur. Bu aşmada diğer üç grupta benzer bir süreci takip etmiş ve sürecin 3. Aşaması'nda geliştirecekleri pavilyon tasarımlarını belirlemişlerdir. Değerlendirmede pavilyon alanlarının seçilmesi sürecinde olduğu gibi tüm kriterlerin eşit derecede önemli olduğu varsayılmış ve her bir alternatif tasarım, değerlendirildiği kriteri karşılama durumuna göre **iyi (+), orta (±), kötü (-)** ile ifade edilmiştir. Süreç sonunda bu ifadeler “**(+) = 2, (±) = 1, (-) = 0**” karşılık gelecek şekilde sayısallaştırılarak, alternatif tasarımların tüm kriterlere göre performans değerleri bulunmuştur.

(Grup 2 ve Grup 4'n alternatif tasarım değerlendirmesi ile ilgili karar matrisleri için bkz. Ek G).

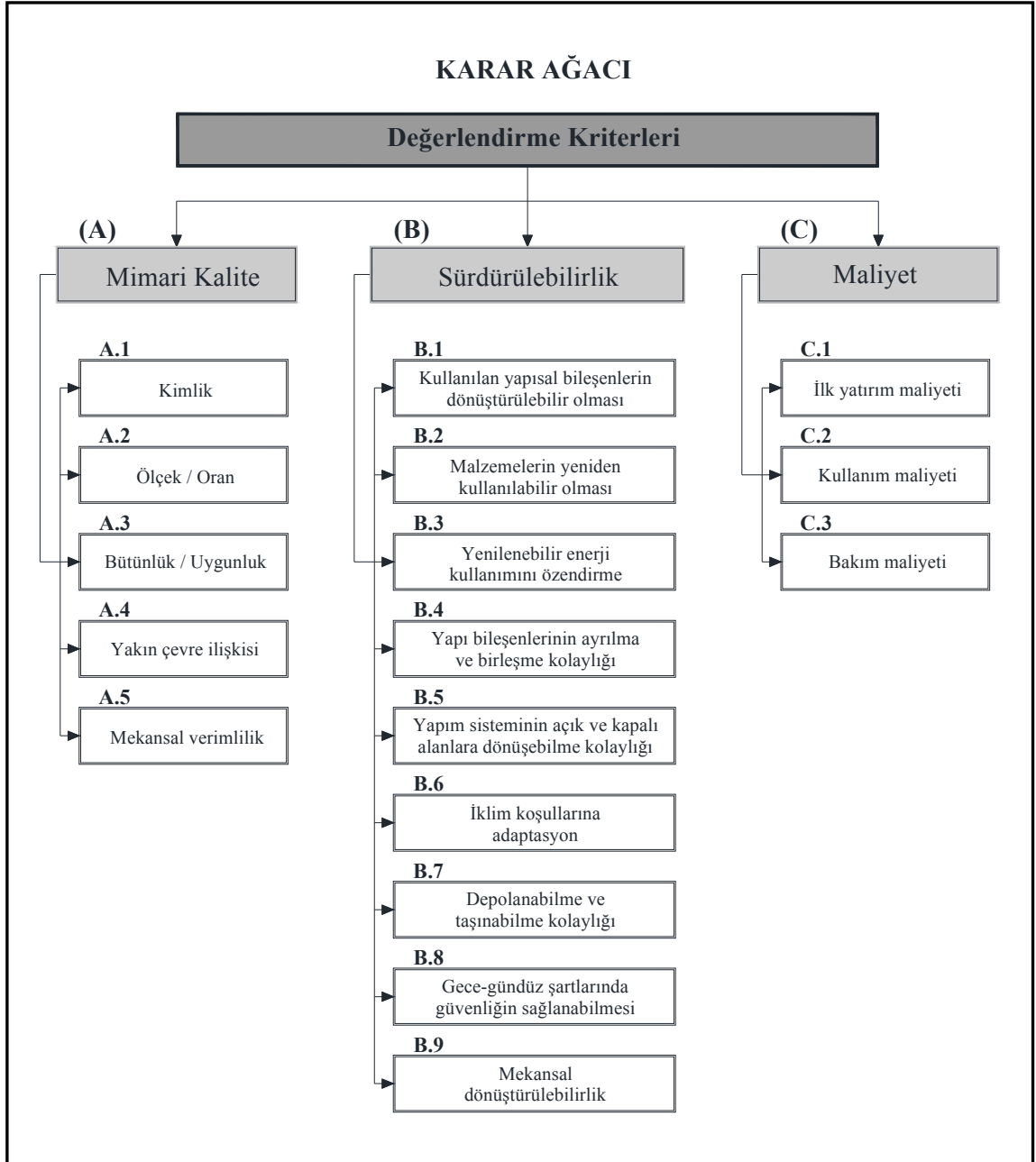
3. Aşama:

Tasarım sürecinin son aşamasında her bir grup tarafından çalışmanın 2. aşamasında seçilen pavilyon tasarımlarının belirlenen ihtiyaçlara cevap verecek şekilde geliştirilmesine odaklanılmıştır. Bu süreç sonunda **X, Y, Z, Q** ve **V** olarak isimlendirilen projeler, çalışma kapsamında geliştirilen bulanık çok ltl karar verme yöntemi kullanılarak belirlenen kritere göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın bu aşamasında yöntemin uygulanmasında izlenen süreç, yöntemin Alan alışması 1 ve 2'deki kullanımı ile benzerlik göstermektedir. Bu nedenle işlem yoğunluğuna sebep vermemek için bölüm kapsamında yöntemin uygulaması ile ilgili süreç temel adımlar ve oluşturulan değerlendirme tabloları üzerinden açıklanmaya çalışılmıştır. Buna göre süreç aşağıda belirtilen, analiz ve sentez olmak üzere iki aşamada gerçekleşmiştir;

- **Analiz**

- Alan alışması 3 kapsamında 2. Aşamada belirlenen değerlendirme kriterlerine ait şekil 4. 11'de belirtilen **hiyerarşik organizasyon şemasının** (karar ağacının) oluşturulması,
- Her bir yürütücünün, belirlenen değerlendirme kriterlerinin ve karşılaştırılan alternatif tasarımların öncelikleri ile ilgili değer yargılarını öğrenmek amacıyla bir **anket** alışmasının yapılması.



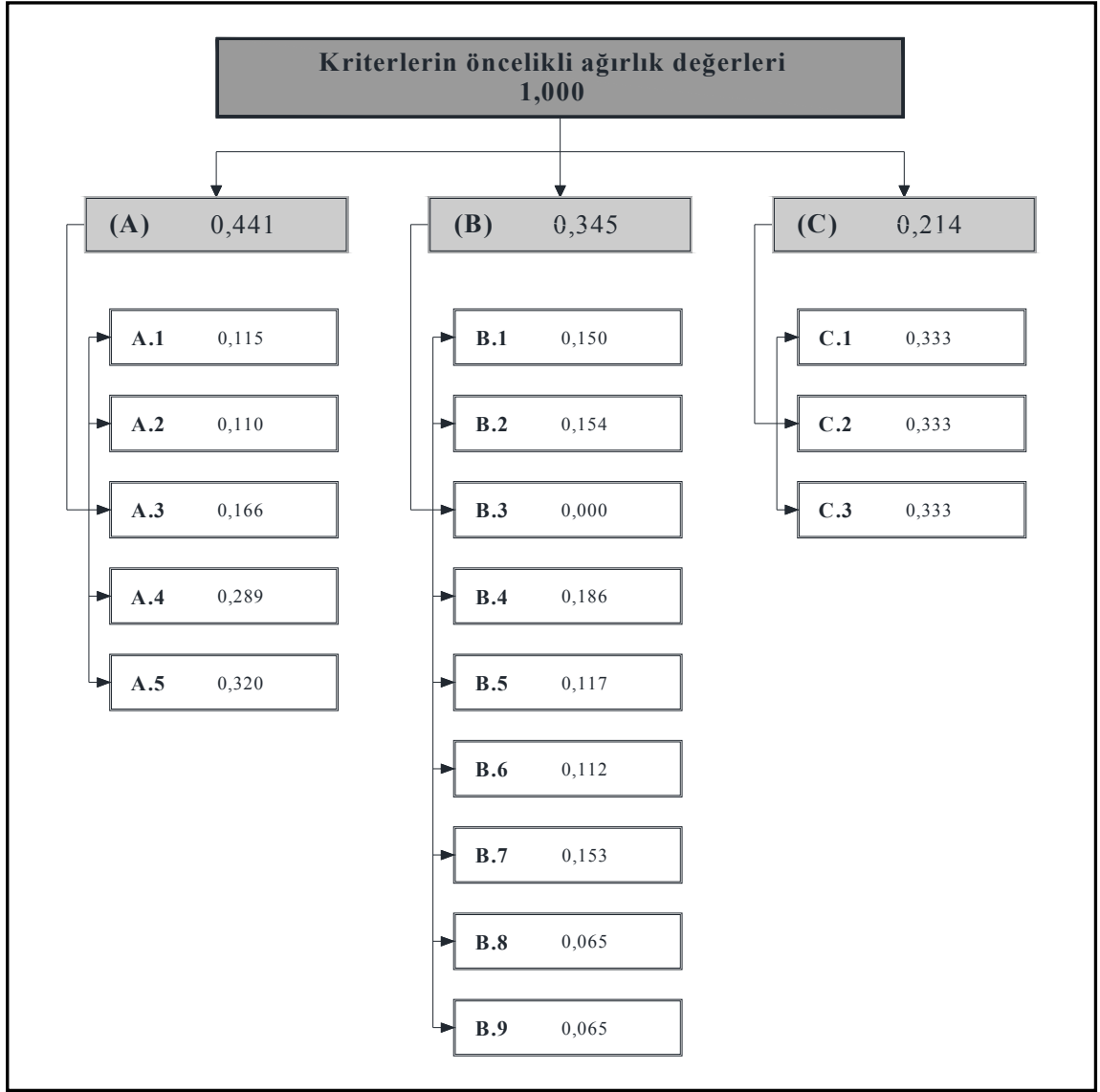
Şekil 4. 11 Değerlendirme kriterlerine ait oluşturulan hiyerarşik organizasyon şeması

- **Sentez**

- Her bir değerlendirme kriterine ait ve Şekil 4. 12’de belirtilen **öncelikli ağırlık değerlerinin** hesaplanması sürecinde izlenen adımlar kısaca aşağıdaki gibi ifade edilebilir. Buna göre:

- Gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilen verilerin seçilik (sayısal) değerlere dönüştürülerek karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.

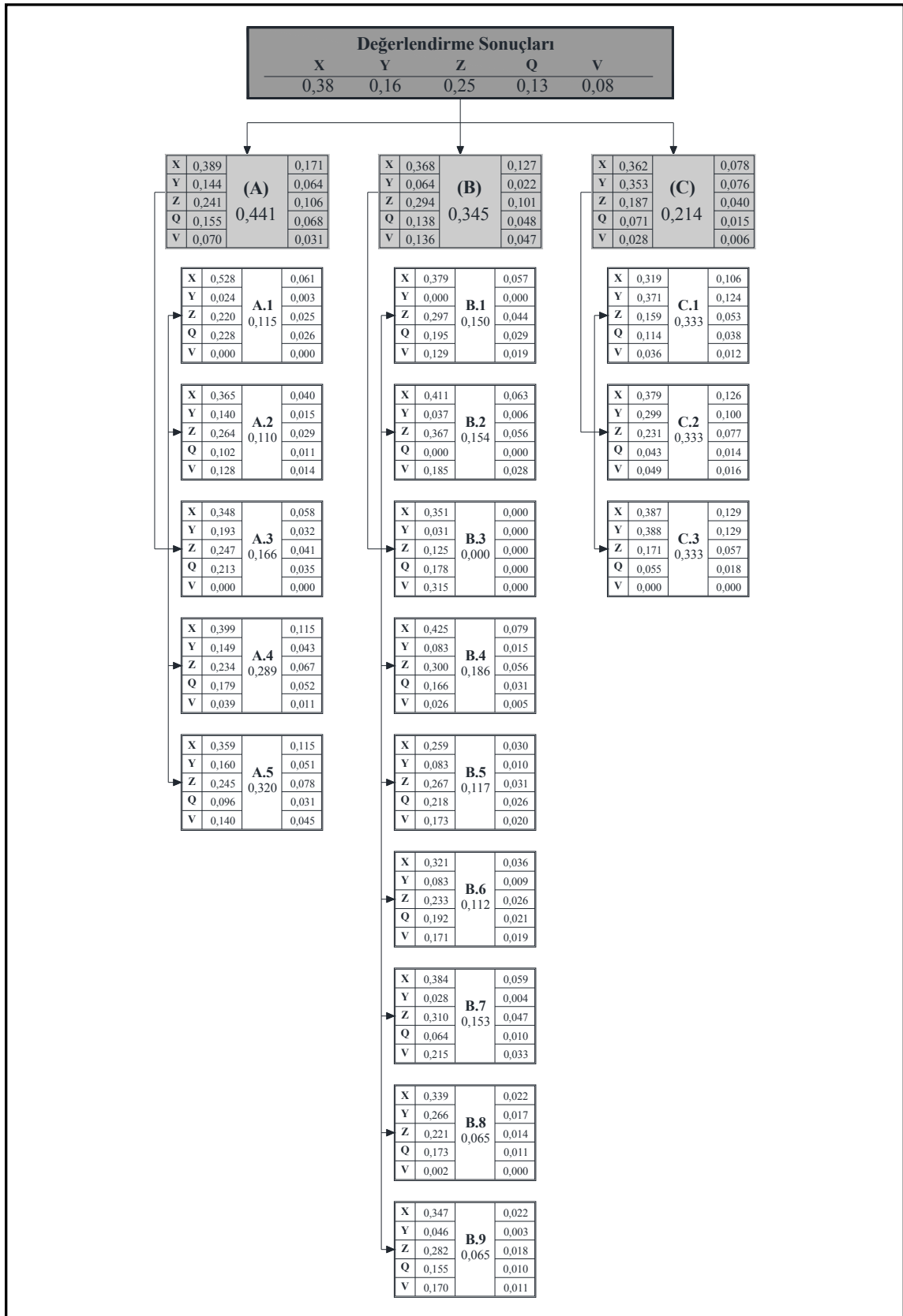
- Karşılaştırma matrislerindeki seçilik değerlerin bulanıklaştırılması ile bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
 - Aynı kritere ait tek bir bulanık değer belirtildiği karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
 - Bulanık karşılaştırma matrislerinden sentetik değerlerin elde edilmesi.
 - Her bir kritere ait sentetik üçgensel değerlerin karşılaştırılması.
 - Normalizasyon yoluyla her bir karşılaştırma kriterine ait öncelikli ağırlık değerlerinin elde edilmesi.
- **Alternatif tasarımların** her bir değerlendirme kriterine göre ikili karşılaştırmaları yapılarak **ağırlık değerinin** hesaplanması sürecinde izlenen adımlar kısaca aşağıdaki gibi ifade edilebilir. Buna göre:
- Ağırlık değerleri hesaplanan her bir kritere göre alternatif tasarımların ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
 - Karşılaştırma matrislerindeki seçilik değerlerin bulanıklaştırılması ile bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
 - Aynı değerlendirme kriterine ait tek bir bulanık değer belirtildiği karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
 - Bulanık karşılaştırma matrislerinden sentetik değerlerin elde edilmesi.
 - Her bir değerlendirme kriterine göre alternatif tasarımların sentetik üçgensel performanslarının karşılaştırılması.
 - Normalizasyon yoluyla her bir alternatif tasarıma ait ağırlık değerlerinin elde edilmesi.
- **X, Y, Z, Q ve V** alternatif tasarımlarının her bir değerlendirme kriterine göre **öncelikli ağırlık değerlerinin** elde edilmesi. Bu hesaplamalar Şekil 4. 13'te hiyerarşik organizasyon şemasında gösterilmiştir.



Şekil 4. 12 Pavilyon tasarımı için belirlenen kriterlerin öncelikli ağırlık değerleri

Üçüncü aşama sonunda, geliştirilen yöntem kapsamında yapılan değerlendirmeye (Şekil 4. 13) göre her bir grup tarafından geliştirilen pavilyon tasarımlarından beklentileri en üst düzeyde karşılayan pavilyon tasarımı **%38**'lik yüzdeyle ile **X** projesi olmuştur. **Z** projesi **%25**'lik yüzdeyle ile ikinci sırayı alırken, **Y (%16)** ve **Q (%13)** projeleri vasat olarak değerlendirilmiştir. **V (%8)** projesinin ise büyük oranda beklentileri karşılayamadığı belirlenmiştir ve karşılaştırılan projeler içinde başarısız olarak nitelendirilmiştir (*Alan Çalışması 3 kapsamında değerlendirilen projeler için bkz Ek H*).

Karar ağacının en üst seviyesine göre yapılan bu değerlendirme, geliştirilen alternatiflerin her bir kritere göre karşılaştırmalarının yapıldığı ve performans değerlerinin hesaplandığı karar ağacındaki daha alt seviyelerde de yapılabilir.



Şekil 4. 13 X, Y, Z, Q ve V tasarımlarının ağırlıklı performans değerleri

Karar ağacını oluşturan her seviyedeki kriterlere göre, alternatiflerin performans değerleri dikkate alınarak yapılacak bir değerlendirme ile tasarımların eksik oldukları ve geliştirilmesi gereken hususların belirlenmesi mümkündür. Örneğin, pavilyon tasarımlarının model kapsamında değerlendirilmesinde kullanılan A ve B7 kriterlerine göre her bir alternatif tasarımın aldıkları ağırlık değerleri Çizelge 4. 44’te belirtilmiştir. Buna göre “*mimari kalite*” (A) kriterine göre X başarılı bulunurken göreceli olarak Z, Q ve Y tasarımlarının geliştirilmesi gerektiği, V tasarımının ise bu kriter kapsamında baştan ele alınması gerektiği sonucuna varılabilir. Benzer şekilde “*depolanabilme ve taşınabilme kolaylığı*” (B7) kriterine göre X ve Z tasarımları olumlu değerlendirilirken, V tasarımının geliştirilmesi, Y ve Q tasarımlarının baştan ele alınmaları gerektiği sonucuna varılabilir.

Çizelge 4. 44 A ve B7 kriterlerine göre pavilyon tasarımlarının performans yüzdeleri

		A					B7		
X	0,389	0,441	0,171	%39	X	0,384	0,153	0,059	%38
Y	0,144		0,064	%14	Y	0,028		0,004	%3
Z	0,241		0,106	%24	Z	0,310		0,047	%31
Q	0,155		0,068	%16	Q	0,064		0,010	%6
V	0,070		0,031	%7	V	0,215		0,033	%21

Bu anlayışla, geliştirilen **bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi**, belirlenen hedefler kapsamında tasarımın mevcut durumunu ve tasarımın ne yönde geliştirilmesi gerektiğini ifade etmesi bakımından, tasarımcıya (danışan) ve yürütücüye (danışman) tasarım sürecinde yardımcı olma potansiyeline sahiptir.

4.2.2 Alan Çalışması 4

Modül 1 kapsamında, sistematik ve geleneksel anlayışın bir arada yer aldığı melez (hibrid) bir tasarım süreci, öğrenciye analitik düşünce yapısı çerçevesinde aktarılmaya çalışılmıştır. **Alan Çalışması 4**, Modül 1 kapsamında öğrenciye aktarılmaya çalışılan bu düşünce yapısının geliştirilmesi ve daha etkin bir şekilde kullanılması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Modül 2 olarak isimlendirilen tasarım stüdyosu kapsamında, geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi kullanılarak elde edilen ve tasarım bilgisi taşıdığı öngörülen verilerin, kabul edilen melez tasarım sürecinde aktif olarak kullanılması

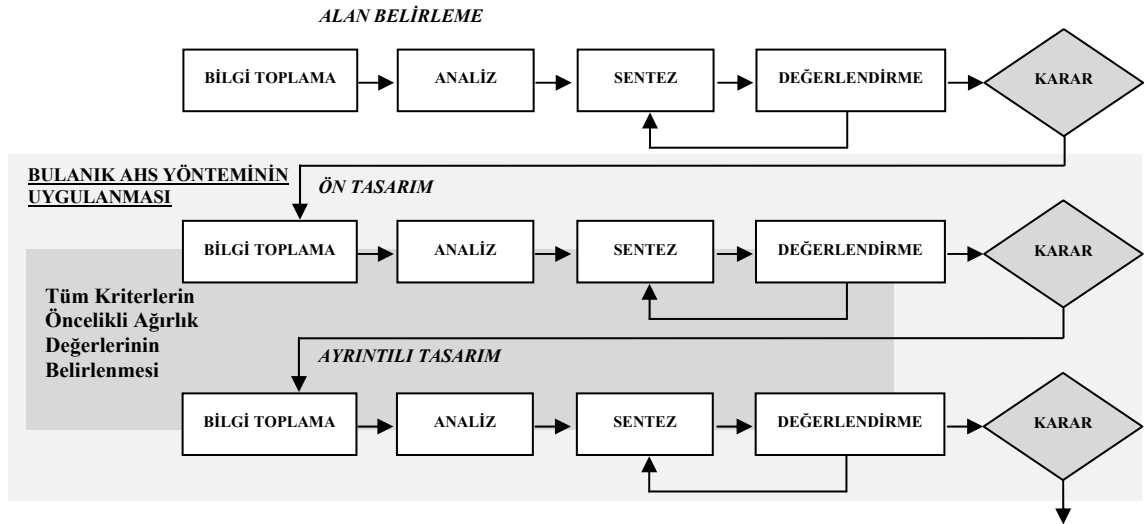
sağlanarak aşağıda kısa açıklamaları verilen hedeflerin gerçekleştirilmesi öngörülmüştür. Bu hedefler:

- Mimari tasarım sürecinin erken evrelerinde tasarım probleminin tanımlanması ve bu problemin tasarımcılar tarafından en etkin biçimde algılanmasının sağlanması,
- Bir tasarım işinin üstesinden gelmek için gerekli olan bilgiye ait karmaşıklığın analitik bir anlayış ve sistematik bir çalışma yoluyla düzenlenerek tasarım probleminin anlaşılabilirliğinin artırılması,
- Genelde çözüme tesadüfen ulaşılan mimarlıkta, hedeflerin net olarak ortaya konulması ile tasarım uzayının daraltılması ve mimari tasarım sürecindeki farkındalığın artırılması.

Bu hedefler doğrultusunda yapılandırılan Modül 2 kapsamında proje konusu, Burgaz Ada'da bir ekolojik konut tasarımının gerçekleştirilmesi olarak belirlenmiştir. İlk modülde, sürdürülebilirlik bağlamında ele alınan pavilyon tasarımları kapsamında “mekân ve onun taşıyıcılığı ile ilgili verilmek istenen tasarım bilgisi” genel mimari tasarım ilkeleri çerçevesinde öğrenciye aktarılmaya çalışılmıştır. Bu sürecin devamlılığı Modül 2 kapsamında belirlenen tasarım konusunda, mimari tasarım ilkelerine göre içeriğin zenginleştirilmesi ve beklentilerin artırılması ile sağlanmaya çalışılmıştır. Bu anlayışla, belirlenen tasarım konusunda verilmek istenen tasarım bilgisi; form, fonksiyon, teknoloji, ekonomi ve ekolojik ilkeler üzerine kurgulanmış ve geliştirilecek tasarımlarda bu temel ilkelerin nasıl ele alınması gerektiği aktarılmaya çalışılmıştır.

Bu kapsamda mimari tasarım süreci 3 aşamada ele alınmıştır (Şekil 4. 14).

- 1. Aşama: Adada farklı özellikleri ile ön plana çıkan 3 alan arasında, gruptaki her öğrencinin hedefleri doğrultusunda bir değerlendirme yaparak tasarımı için en uygun alanı seçmesi.
- 2. Aşama: Ekolojik konut tasarımı ile ilgili değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi kullanılarak kriterlere ait öncelikli ağırlık değerlerinin hesaplanması.
- 3. Aşama: Mimari tasarım sürecinde, geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemden elde edilen ve tasarım bilgisi taşıdığı öngörülen verilerin aktif bir şekilde kullanılması ile ekolojik konut tasarımlarının geliştirilmesi.



Şekil 4. 14 Alan Çalışması 4 kapsamında izlenen tasarım süreci

Alan Çalışması 4 kapsamında, tasarım probleminin böylesi bir analitik düşünce yapısıyla aşamalandırılması, yöntemden elde edilen verilerin tasarım sürecinde dikkate alınması ile çözümler üretilmesi ve karar aşamalarında geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin kullanılması ile mimari tasarım sürecinde keyfi seçimlerden kaçınılacağı ve tasarım kapsamında belirlenen hedefleri karşılamada daha başarılı tasarımların geliştirileceği öngörülmektedir.

Modül 2 kapsamında analitik bir anlayışla ele alınarak yapılandırılan tasarım sürecine ait aşamalar, maddeler halinde aşağıda kısaca açıklanmıştır. Buna göre:

1. Aşama:

Burgaz Ada'da tasarım konusu ile ilgili olarak alanların belirlendiği ilk aşama, aşağıda ifade edilen süreç izlenerek gerçekleştirilmiştir:

1. Adanın mimari ve seçilen konu bağlamında etüt edilmesi.
2. Ekolojik konut tasarımı ile ilgili ihtiyaçların karşılanmasına yönelik, aşağıda ifade edilen alan seçim kriterlerinin belirlenmesi. Bu kriterler:
 - Alanın nitelikleri ile ilgili kriterler,
 - Alan yeterliliği,
 - Büyüklük,
 - Biçim,
 - Alanın yapıma uygunluğu,
 - Topografya,

- Jeolojik yapı,
 - İklim koşulları (gece gündüz sıcaklık farkları, alana düşen yağış miktarı, kışın bölgedeki don süresi ve genişliği),
 - Alanda var olan çevre koşullarına uygunluk,
 - Alt yapı tesislerinin kullanıma uygunluğu,
 - o Su,
 - o Enerji,
 - o İletişim (telekomünikasyon),
 - o Kanalizasyon,
 - Hava kalitesi,
 - Gürültü,
 - Alanın çevresinin doğal özellikleri,
 - Alandan görünüş,
 - Alanın görünüşü,
 - Alanın yönlendirilmesi,
 - Alanın dokusal örtüsü,
 - Alanın çevre ile olan ilişkileri,
 - Merkeze yakınlık,
 - Ulaşım kolaylığı,
 - Özel ulaşım,
 - Toplu Ulaşım,
 - Maliyet (hazırlama maliyeti),
 - Alandaki engebelerin düzeltilmesi,
 - Mevcut değersiz yapıların yıkılması,
 - Alt yapının hazırlanması,
3. Belirlenen kriterler doğrultusunda, adada tasarım konusunda ihtiyaca cevap verecek farklı potansiyellere sahip konut alanların belirlenmesi,
4. Her öğrenci tarafından, bireysel hedefler ve genel mimari tasarım ilkeleri doğrultusunda, belirlenen alanlar arasından en uygun alanın belirlenmesine yardımcı olacak Çizelge 4. 45'te gösterildiği gibi karar matrislerinin oluşturulması.

Çizelge 4. 45 Ekolojik konut alan seçimi karar matrisi

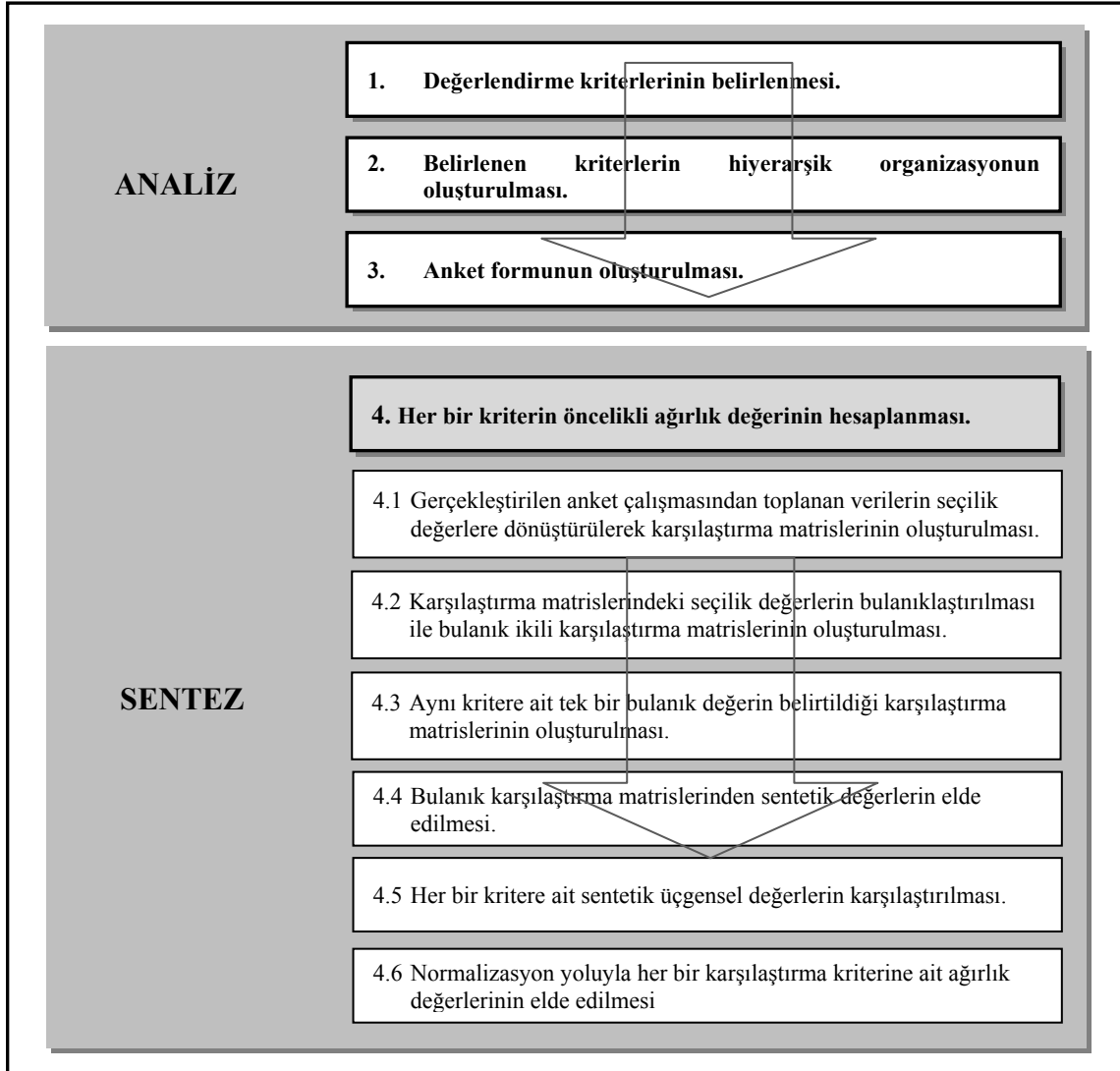
Ekolojik Konut Alanları Değerlendirme Kriterleri		Alternatif Alanlar		
		Alan 1	Alan 2	Alan 7
Büyüklük		+	+	+
Biçim		±	+	±
Topografya		±	±	±
Jeolojik yapı		±	±	±
İklim koşulları		±	±	±
Su		+	+	+
Enerji		+	+	+
İletişim (telekomünikasyon)		+	+	+
Kanalizasyon		+	+	+
Hava kalitesi		+	+	+
Gürültü		±	±	+
Alandan görünüş		+	+	+
Alanın görünüşü		+	+	+
Alanın yönlenebilirliği		±	+	±
Alanın dokusal örtüsü		±	±	+
Merkeze uzaklık		±	+	-
Özel ulaşım		+	+	+
Toplu ulaşım		-	-	-
Alandaki engebelerin düzeltilmesi		-	-	-
Mevcut değersiz yapıların yıkılması		-	-	-
Alt yapının hazırlanması		-	-	-
Değerlendirmede tüm kriterler eşit derece öneme sahiptir. “(+) = 2, (±) = 1, (-) = 0” olarak puanlandırılır.		TOPLAM	26	29
				27

Tasarımcı yaptığı bu değerlendirme ile adada belirlenen alanlar içinde ekolojik konut tasarımı için en uygun yerin Alan 2 olduğunu tespit etmiştir. Tasarımcının yaptığı bu değerlendirme, süreç başında çok geniş olan tasarım uzayını kendi tasarım hedefleri ve temel tasarım ilkeleri doğrultusunda daralmaya başladığı ilk aşama olarak görülebilir.

Tasarım sürecinin daha anlaşılır bir biçimde tanımlanabilmesi ve tasarımdan beklentilerin net bir şekilde ortaya konulabilmesi amacıyla Modül 2 kapsamında, tasarım konusu (ekolojik konut tasarımı) ile ilgili değerlendirme kriterlerinin oluşturulması (2. Aşama) ve bu kriterlerin öncelikli ağırlık değerleri belirlenerek tasarımların geliştirilmesinde etkin bir şekilde kullanılmaları (3. Aşama) öngörülmüştür.

2. Aşama:

Ekolojik konut tasarımı ile ilgili değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve geliştirilen bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi kullanılarak kriterlere ait öncelikli ağırlık değerlerinin hesaplanması süreci Modül 2 kapsamında Şekil 4. 15'te belirtilen akış diyagramına göre analiz ve sentez olmak üzere başlıca iki adımda gerçekleştirilmiştir.

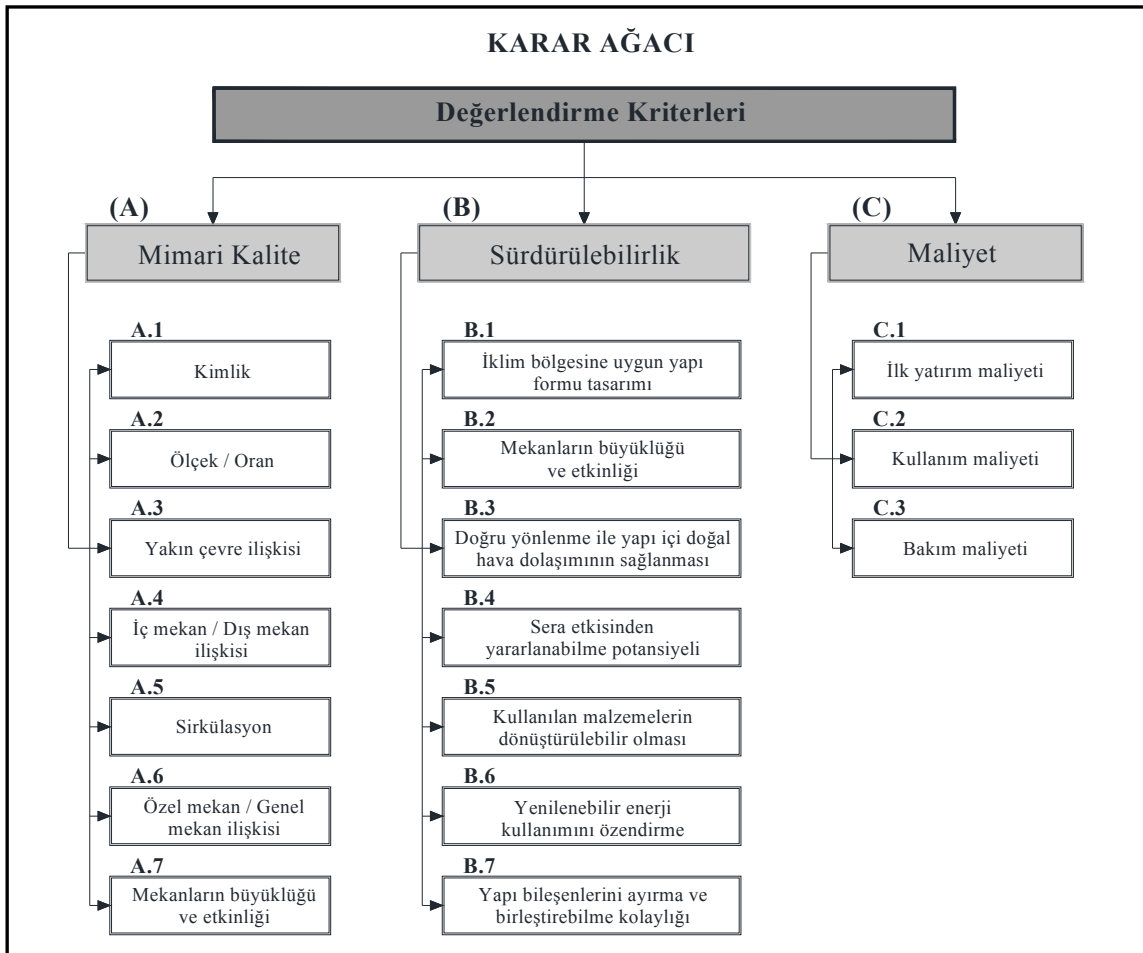


Şekil 4. 15 Bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin Alan Çalışması 4 kapsamında süreç bazında uygulanmasında izlenen akış diyagramı

Sentez aşamasının ikinci temel adımını oluşturan ve tasarım süreci sonunda üretilmiş alternatif tasarımların değerlendirilmesini içeren süreç, diğer alan çalışmalarında ürün bazında değerlendirme çerçevesinde detaylı olarak aktarıldığı için Modül 2 kapsamında çalışmaya dâhil edilmemiştir. Bu anlayışla Şekil 4. 15'te belirtilen akış şemasına göre modülün 2. Aşamasında izlenen süreç aşağıdaki gibidir:

- **Analiz**

- Ekolojik konut tasarımı ile ilgili **değerlendirme kriterlerinin** belirlenmesi,
- Belirlenen değerlendirme kriterlerine ait Şekil 4. 16'da verilen **hiyerarşik yapının** oluşturulması,
- Değerlendirme kriterlerinin öncelikleri ile ilgili yürütücülere ait kişisel görüşlerin öğrenilmesi amaçlı bir **anket** çalışmasının yapılması.

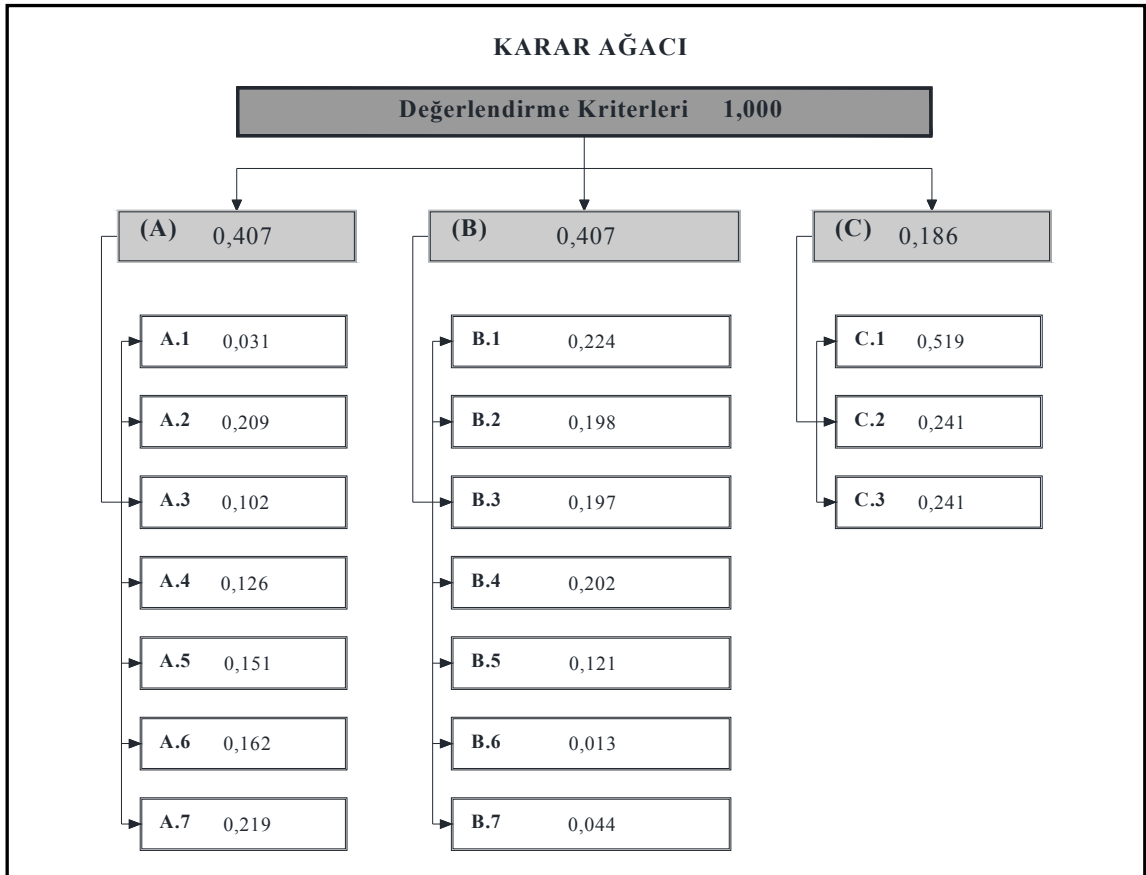


Şekil 4. 16 Ekolojik konut tasarımı değerlendirme kriterlerine ait hiyerarşik yapı

- **Sentez**

- **Her bir kriterin öncelikli ağırlık değerlerinin hesaplanması:**

- Gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilen verilerin seçilik değerlere dönüştürülerek karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
- Karşılaştırma matrislerindeki seçilik değerlerin bulanıklaştırılması ile bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.
- Bulanık karşılaştırma matrislerinden sentetik değerlerin elde edilmesi.
- Her bir kritere ait sentetik üçgensel değerlerin karşılaştırılması.
- Normalizasyon yoluyla her bir karşılaştırma kriterine ait öncelikli ağırlık değerlerinin elde edilmesi (Şekil 4. 17).



Şekil 4.17 Ekolojik konut tasarımı değerlendirme kriterlerinin öncelikli ağırlık değerleri

3. Aşama:

Alan çalışmasının bu aşamasında, geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin kullanılması sonucu elde edilen ve tasarım bilgisi taşıdığı öngörülen verilerin (Şekil 4.17), kurgulanan mimari tasarım sürecinde (Şekil 4. 14) aktif bir şekilde kullanılmaları ile ekolojik konut tasarımlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda alan çalışmasının ikinci aşaması, tasarım konusu kapsamında üretilecek tasarımları değerlendirmede etkili olacak, kriterlerin belirlenmesi ile başlamıştır. Tasarım konusunda her bir yürütücüye ait değer yargılarının ortak bir dille ifade edildiği bu kriter setleri üretilecek tasarımlara yol göstermesi ve tasarımlar ile ilgili ana hatlarını belirlemesi bakımından oldukça önemlidir. Bu durum, etkili bir kriter setinin oluşturulabilmesi adına yürütücülerin de belirlenen tasarım konusunda deneyimlerine ek olarak araştırma yapmalarını gerektirir. Değerlendirme kriterleri belirlenirken öğrencilerinde sürece olabildiğince dahil olması, kriterlerin dolayısıyla tasarımla ilgili kısıtlamaların öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi bakımından önemlidir. Geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntem kullanılarak kriterlerinin ağırlıklı öncelik değerlerinin belirlenmesi (Şekil 4. 17) ile 2. Aşama sonlanmıştır.

Kriterlere ait elde edilen öncelik değerleri danışmanların geliştirilecek tasarımları rasyonel olarak değerlendirmede kullanacakları ortak görüşü yansıtır. Buna göre öğrenciler belirlenen kriterlerden hangilerine öncelik vermeleri gerektiğinin farkında olarak tasarımlarını gerçekleştirirler ve geri bildirimlerle tasarımlarını geliştirirler.

Tasarımların geliştirildiği üçüncü aşamada tasarım konusu hakkında edinilen bilgi seviyesi arttıkça, belirlenen değerlendirme kriterlerine süreç başında verilen önemin azaldığı ya da arttığı görülebilir. Benzer şekilde mevcut kriterlerden bazılarının gereksiz olduğu ya da yeni kriterlerin belirlenen kriter setine eklenmesine ihtiyaç duyulduğu anlaşılabilir. Bu durumda geliştirilen bulanık çok amaçlı karar verme yönteminin, gereklilikler paralelinde güncellemeler yapılarak, yeni öncelik değerlerinin elde edilmesinde kullanılması esastır.

Sonuç olarak elde edilen veriler öngörülen hedeflere ulaşmada tasarımcı için yol gösterici bir rehber niteliği taşımaktadır.

(Alan Çalışması 4 kapsamında geliştirilen tasarımlar için bkz. Ek I).

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde tasarım problemi, insan bilgi ve değer sistemine bağlı olarak gelişen teknolojik, ekonomik, politik, sosyal ve çevresel olguların beraberinde getirdiği karmaşık değişken bir çevre içinde gitgide kompleks bir yapıya dönüşmüştür. Tasarım sürecinde bu problemler karşısında, edinilen son bilgilere, deneyimlere, kişisel kabiliyete ya da uygulanmış bazı örneklerle dayandırılarak doğru bir kararın verilmesi pek mümkün değildir. Dolayısı ile günümüzde geleneksel tasarım yöntemleri ile geliştirilen tasarımların, karmaşıklaşan çevre içinde artan ihtiyaçlara cevap vermede yetersiz kaldıkları görülmektedir. İnsanları memnun edecek bir yapıyı çevrenin oluşturulmasında **yeni tasarım yöntemlerine** ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu nedenle mimari tasarım süreci özelinde **yeni bir tasarım yöntemi geliştirilen** bu çalışmada, **tasarım probleminin çözümü karar verme bağlamında ele alınmıştır**.

Tasarım pratiğinde özellikle artan malzeme çeşitliliği, üretim metotları, yapım sistemleri, bilimsel ve teknolojik ilerlemeler, tasarım sürecinde tasarımcıyı sonucunu tahmin edemeyeceği birçok ekonomik, sosyal ve çevresel etkisi olan **kararlar almaya** zorlamaktadır. Bu süreç içinde sistematik olmayan, tamamen değerlendircilerin bilgi ve deneyimlerine dayanan bir karar verme yöntemi ile ancak belirli sayıda enformasyon bilinçli olarak değerlendirilebilir. Bu nedenlerle çalışma kapsamında geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntem ile amaçlanan **üst hedef**:

- Karmaşıklaşan tasarım problemlerinin **analitik** bir anlayışla ele alınması ve tasarım probleminin farklı parçalara ayrılarak kavranabilir bir ilişki düzeyine indirgenmesi,

- Tasarım sürecinde karar vermenin sistematik yöntemlerle gerçekleştirilmesi ve tasarımda ele alınan problem konusunda içinde bulunulan koşullara, zamana göre karar vermenin sağlanabilmesidir.

Tasarımın bilimsel olarak tanımlanması amacıyla yapılan **yöntem odaklı** çalışmaların (sistematik tasarım yöntemleri, “ikinci kuşak” tasarımcılar, vb) 1960’lı yıllarda başladığı, ilerleyen süreçte ise **bilgi ve bilginin nasıl oluşturulduğu, kullanıldığı ve iletildiği** ile ilgili araştırmaların (enformasyon işletme kuramı, tanımlayıcı/işlemci bilgi kategorileri, bilişsel tarzlar, türetici gramerler, vb) yoğunluk kazandığı görülür.

Bu süreçte geliştirilen sistematik tasarım yöntemlerinin mühendislik alanındaki kullanımları geniş uygulama imkânı bulurken, ağırlıklı olarak bireysel süreç ve öznel değerlendirmelerin hâkim olduğu mimari tasarım alanındaki uygulamaların çok daha sınırlı sayıda gerçekleştirildiği görülür. Özellikle tasarımcı, zihninde gerçekleşen eylemleri tam olarak açıklayamaması ve gözlemleyememesi gibi nedenlerle, mimari tasarım sürecinde genellikle problem çözümünü araştırırken sistematik düşünme yerine sezgisel düşünmeden yararlanmaktadır (*Sezgisel düşünme, belirli bir yöntem ya da süreç kullanmadan, büyük oranda bilinçdışı bir biçimde gerçekleştirilen bir düşünme eylemi*). Sunulan bu çalışmada, mimarlık alanında böylesi bir düşünce yapısının oluşmasında, karar verme amaçlı kullanılan tasarım yöntemlerinin nitel verileri değerlendirmede, nicel verileri değerlendirmedeki kadar başarılı olamamalarının etkili olduğu öngörülmüştür.

Çalışma kapsamında, öngörülen sistematik kurgu içinde, **nesnel değerlendirme** yanında, mimarlığın bünyesinde bulunan **öznel değerlendirmeleri** de (kütlesel, mekânsal, anlamsal, form ve onun deneyimine ilişkin aktarımlar) ifade etmede etkili bir kuramsal yöntemin geliştirilmesinde aşağıda belirtilen yaklaşımlar esas alınmıştır;

- Karmaşık ve birden çok ölçütün göz önüne alınması gerektiği durumlarda oldukça etkili bir yaklaşım olarak kullanılan **Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)**,
- İnsan düşüncesine özdeş işlemlerin gerçekleşmesini sağlamakla, gerçek dünyada sık sık meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olarak kullanılan **Bulanık Mantık ve Bulanık Küme Teorisi**,

- Karar alıcı için sonuç problemi anlamakta esneklik ve sağlamlık sağlayabilen, Bulanık Mantık ile AHS yönteminin kombine edilmesi sonucu oluşturulmuş **Bulanık AHS** yaklaşımı.

Sonuç olarak çalışma kapsamında, karmaşıkleşan tasarım problemlerinin analitik bir anlayışla ele alınması ve tasarım sürecinde karar vermenin sistematik yöntemlerle gerçekleştirilmesi amacıyla; yukarıda belirtilen üç yaklaşımdan yararlanılarak, tasarım sürecindeki alternatiflerin ve sonuç ürünlerin değerlendirilmesine yönelik kuramsal bir “**bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi**” geliştirilmiştir.

5.1 Sonuçlar

Geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin etkinliği, çalışma kapsamında gerçekleştirilen ve **iki aşamada** ele alınan **dört alan çalışması** ile araştırılmıştır. İlk iki alan çalışmasında tasarım süreci sonunda elde edilen projelerin değerlendirilmesinde (ürün bazında) uygulanan **yöntem**, üçüncü ve dördüncü alan çalışmasında karar verme ekseninde **bütünleşik** (melez/hibrid) bir tasarım sürecinin yapılandırılmasında uygulanmıştır (süreç bazında). Gerçekleştirilen alan çalışmaları çerçevesinde, yöntemin **ürün** ve **süreç** bazında uygulanması ile elde edilen sonuçlara göre yapılan değerlendirmeler aşağıda ifade edilmiştir.

Alan Çalışması 1 kapsamında **sistematik** bir anlayışla ele alınan **tasarım stüdyosu**, Alan Çalışması 2 kapsamında **geleneksel** bir anlayışla kurgulanmıştır. Geliştirilen **bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemi** her iki tasarım stüdyosunda da, süreç sonunda elde edilen **ürün bazındaki** alternatif tasarımların karar verme amaçlı değerlendirilmesinde uygulanmış ve önemli avantajlar sağladığı gözlenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde, geliştirilen yöntemin sunmuş olduğu bu avantajlar, geniş bir perspektiften başlayarak özele inen bir yapıda ele alınmıştır.

Geliştirilen yöntem genel bir bakış açısı ile değerlendirildiğinde, karakter olarak soyut kavramlarla iç içe, karmaşık ve çelişkili bir yapıya sahip olan mimarlık işinin karar verme amaçlı değerlendirilmesinde, **yöntemin** (her iki tasarım stüdyosu özelinde) **uygulanabilme potansiyeline** sahip olduğu gözlenmiştir. Bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin özellikle, mimari tasarım ürünlerinin değerlendirilmesinde karar verme amaçlı uygulanması, karar vermenin **rasyonel** bir yapıya oturtulmasını

sağlayarak, değerlendirilen tasarımlar hakkında daha **bilinçli** ve **objektif** kararların verilmesine yardımcı olmaktadır. Bu süreçte değerlendirmeye birden fazla kişinin dâhil edilerek toplu olarak karar vermenin olanaklı hale getirilmesi, geliştirilen yöntemin sağladığı önemli avantajlardan biridir.

Yöntem en üst çerçevede **analiz** ve **sentez** aşamaları ile organize edilmiştir. Analiz aşamasında; öngörülen proje konusunda değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve belirlenen kriterler özelinde karar vericilerin proje konusundaki değer yargılarının elde edilmesi esastır. Sentez aşaması temelde birbirini takip eden iki adımda kurgulanmıştır. İlk adım, belirlenen değerlendirme kriterlerine ait öncelik değerlerinin bulunmasını, ikinci adım alternatif tasarımların belirlenen her bir değerlendirme kriterine göre ikili karşılaştırmalarının yapılmasını kapsar. Sonuçta geliştirilen her bir tasarıma ait **öncelikli ağırlık değerleri** elde edilir.

Yapılan alan çalışmaları, öngörülen proje konusunda üretilen her bir **tasarımın değerlendirilmesinde**, geliştirilen yöntemin uygulanması ile elde edilen **öncelikli ağırlık değerlerinin** birer veri olarak kullanılabilceğini göstermiştir. Bu sayede tasarım süreci başında saptanan hedefler kapsamında geliştirilen her bir **tasarımın, beklentileri ne oranda karşıladığı** olumlu ve olumsuz yönleri ortaya konularak rasyonel bir biçimde **belirlenebilmektedir**. Süreç sonunda, yapılan bu değerlendirmeler yürütücüler için de tasarım stüdyosunda izledikleri tasarım yaklaşımlarının verimliliğini, dolayısıyla geçerliliğini test edebilmeleri adına önemli bir geri bildirim sağlamaktadır. Ayrıca yöntem ile elde edilen bu değerlendirme sonuçları, karşılaştırması yapılan mimari tasarım alternatiflerinin **iyi** ile **kötü** arasında sıralanabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yönüyle yöntem, mimari tasarım yarışmalarında tasarımlar hakkında daha bilinçli objektif kararların verilerek rasyonel bir sıralamanın yapılabilmesi amacıyla karar vermeye yardımcı olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

Yapılan alan çalışmalarında, geliştirilen yöntemin uygulamadaki başarısı ile öngörülen tasarım konusunda oluşturulan kriter setinin yapılandırılması arasında güçlü bir ilişkinin olduğu gözlenmiştir. Buna göre, bilinçli değerlendirebilme sınırları içinde (*normal bir insan için bu sınır 7 ± 2 'dir [1].*) değerlendirme kriterlerinin sayısal ve niteliksel olarak iyi belirlenmesi, kriterler arasında doğru bir ilişkinin kurulması yöntemin uygulamadaki başarısını olumlu yönde etkilemektedir. Bu nedenle karar vericilerin (yürütücülerin)

analiz aşamasında, proje konusunda öngörülen hedefleri karşılamada etkili olabilecek kriterleri belirlemeleri ve doğru bir ilişkilendirme ile karar ağacını oluşturmaları oldukça önemlidir. Bu durum yürütücüleri öngörülen proje konusunda;

- Bilgiye başvurmaları,
- Eksik bilgiyi fark etmeleri,
- Çok yönlü düşünmeleri,
- Yeninin üretilmesinde yol gösterici olabilmeleri,

amacıyla tasarım süreci başında araştırma yapmaya sevk etmektedir. Yürütücüler adına hakim oldukları bir proje konusunda tasarım stüdyosunu yürütmeleri alan çalışmaları kapsamında geliştirilen tasarımları da olumlu yönde etkilemiştir. Sonuç olarak geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin gözlenen bir diğer avantajı, tasarım alanında yürütücülerin bireysel gelişimlerine katkı sağlayabilme potansiyeline sahip olmasıdır.

Alan Çalışması 3 ve Alan Çalışması 4 kapsamında tasarım süreci; tasarım probleminin analitik bir düşünce yapısıyla anlaşılabilir parçalara bölünmesi ve bütünleşik bir yaklaşımla (*sistemik ve geleneksel anlayışın bir arada yer aldığı*) çözümlerin üretilmesi üzerine kurgulanmıştır. Geliştirilen çok ölçütlü karar verme yöntemi öngörülen bu hibrid tasarım sürecindeki karar adımlarında tasarımcının akılcı kararlar alması amacıyla uygulanmış ve tasarımların geliştirilmesinde önemli avantajlar sağladığı belirlenmiştir.

Genel bir değerlendirme ile geliştirilen yöntemin mimari tasarım sürecinde uygulanması, sürecin erken evrelerinde tasarım probleminin tasarımcılar tarafından daha kolay algılanarak tanımlanabileceği göstermiştir. Buradaki potansiyel, yöntemin uygulandığı bu süreçte öngörülen proje konusunda değerlendirme kriterlerinin belirlenerek, kriterler arasındaki ilişkilerin yapılandırılması ve değerlendirme kriterlerine ait öncelik değerlerinin hesaplanarak bir mimari tasarım verisi olarak tasarım sürecinde kullanılmalarıdır. Bu anlayış doğrultusunda gerçekleştirilen alan çalışmalarında, bir tasarım işinin üstesinden gelmek için gereken bilginin karmaşıklığı, analitik bir çalışma düzeni ile sistematize edilmiş ve tasarım problemindeki öncelikler tanımlanarak tasarım sürecindeki farkındalığın arttırılabileceği dolayısı ile süreç başında çok geniş bir alanı içeren tasarım uzayının daraltılabileceği gözlenmiştir.

Karar vermeye yardımcı yöntemin tasarım sürecindeki karar adımlarında uygulanması ile elde edilen bir diğer avantaj, yürütücülere tasarımın geliştirilmesi sürecinde belirlenen hedefleri izleme fırsatı sağlamasıdır. Bu süreçte, geliştirilen her bir tasarım için hesaplanan **öncelikli ağırlık değerlerinden** yararlanılmaktadır. Elde edilen bu değerler, belirlenen hedefler kapsamında tasarımın mevcut durumunun ortaya konulmasında ve geliştirilmesi gereken eksik yönlerinin belirlenerek geri bildirim sağlanmasında kullanılmaktadır. Bu anlayışa göre yapılandırılan alan çalışmalarında tasarım sürecinin hızlandırılması, hataların minimuma indirilmesi ve kaynakların verimli kullanılması sağlanarak, tasarımcı performansının arttırılabildiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntem ile mimari tasarım sürecinde tasarımcı (danışan) ve yürütücünün (danışman) sistemli olarak kullanabileceği hem sezgisel hem de mantıksal yönlerin bir arada yer aldığı bütünsel bir tasarım süreci tariflenmiştir.

Tanımlanan bu hibrid tasarım süreci içinde mantığını kullanabilen bir tasarımcının, öngörülen proje konusunda belirlenen amaçları karşılayan kriterler ve kriterlere ait öncelik değerlerini kullanarak keyfi seçimlerden kaçındığı ve akılcı yolla kararlarını verebildiği gözlenmiştir. Bu durum süreç içinde tasarımcının tasarım prensiplerini önce farkına varıp idrak ederek kavramasına ve sonuçta beklentilere büyük ölçüde cevap veren tasarımlar geliştirmesine yardımcı olmuştur.

Eğitim alanında bu anlayış doğrultusunda kurgulanan tasarım stüdyolarında yetişen öğrencilerin, sistematik tasarım sürecinin tariflendiği ve belirli kısıtlar içinde tasarım yapılmasını gerektiren LEED, BREEAM, CASBEE gibi çevresel değerlendirme sertifika sistemleri ile çalışmada daha kolay uyum sağlayacağı öngörülmektedir. Bu anlayışla çevresel sorunlar paralelinde bu veya benzer sertifika sistemlerinin yakın gelecekte çok daha aktif bir rol üstleneceği düşünüldüğünde, eğitim aşamasında böylesi bir çalışma sistematığının kazandırılması tasarımcılara büyük avantaj kazandıracaktır.

Her çok ölçütlü karar verme yönteminde olduğu gibi çalışma kapsamında sunulan bu yöntem de çeşitli dezavantajlar içermektedir. Bu dezavantajlar:

- Uygulamada kullanılan kriterlerin ve öncelik değerlerinin oluşturulmasının uzmana (yürütücüye) bağlı olması.

- Karar verme amaçlı karşılaştırılan tasarım sayısının bilinçli değerlendirme sınırlarına göre belirlenebilmesi.
- Sentez aşamasında fazla sayıda tekrar eden matematiksel işlem içermesi.

5.2 Öneriler

Eğitim alanında tasarım probleminin anlaşılabilirliğini arttırmak için analitik bir anlayışla aşamalandırılmış ve oluşturulan karar adımları ile sistematik bir tasarım sürecinin tanımlandığı tasarım stüdyolarının geliştirilmesi gerekmektedir. Mimarlık ve tasarım okullarının bu gereklilikler doğrultusunda tasarım eğitiminin güncelleştirilmesi, geleneksel ve analitik düşüncenin bir arada yoğrulduğu bu hibrid eğitim yöntemlerinin tasarım stüdyolarında denenmesi konusunda öncü olmaları doğru bir yaklaşım olacaktır.

Günümüzde yapı sektöründe, binaların çevre dostu kriterlere göre tasarlanarak inşa edildiği ve geliştirilen yeşil bina sertifika sistemleri ile değerlendirildiği bir işleyişin, sosyal sorumluluk anlayışında ki gelişim paralelinde geliştiği görülmektedir. BREEAM, LEED, CASBEE bu gün dünyada binalar için en yaygın kullanılan çevresel değerlendirme sertifika sistemleridir. Çalışma kapsamında geliştirilen **bulanık çok ölçütlü karar verme yönteminin** bu veya geliştirilecek benzer çevresel sertifika sistemlerinde, amaç kapsamında üretilmiş tasarımların değerlendirilmesi aşamasında uygulanabilme potansiyeli olduğu yapılan alan çalışmaları ile ortaya konulmuştur. Gelecekte yapılacak çalışmalarla ülkemizde bu amaç kapsamında geliştirilecek bir sertifika sistemi ile modelin uygulanabilme şartlarının oluşturulabilmesi sağlanabilir.

Geliştirilen karar vermeye yardımcı yöntemin yapılan alan çalışmalarında veri sentezleme faaliyeti, Microsoft Excel programı üzerinden yapılmıştır. Ancak gelecekte yapılacak çalışmalarda, geliştirilen kuramsal yöntemin modüler veya bütünleşik bir bilgisayar yazılımının geliştirilmesi, model ile mimari tasarım sürecinde karşılaşılan çok ölçütlü karar verme problemlerinin daha etkili bir biçimde çözülmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

-
- [1] Bayazıt, N., (2004). Endüstriyel Tasarımcılar İçin Tasarlama Kuramları ve Metotları, Birsan Yayınevi, İstanbul.
 - [2] Tapan, M., (2004). Mimarlıkta Değerlendirme, İTÜ Yayınevi, Maçka, İstanbul.
 - [3] Uluoğlu, B., (2003). “Tasarlama Araştırmaları-Biliş Çalışmaları İlişkileri Üzerine Bir İrdeleme”, Tol mimarlık kültürü dergisi, 2(2):59-70.
 - [4] Stiny, G., (1990). What is Design?, Environment and Planning B: Planning and Design, 17:97-103.
 - [5] Mitchell, W.J., (1990). The Logic of Architecture: Design, Computing and Cognition, MIT Press, Cambridge.
 - [6] Cross, N., (2006). Designerly Ways of Knowing, Springer, Germany.
 - [7] Aksoy, E., (1987). Mimarlıkta Tasarım Bilgisi, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
 - [8] Erdem, A., (1995). İnsan-Bilgisayar Etkileşimli Ortamda Genel Amaçlı Bir Mekan Tasarım Modeli, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
 - [9] Jones, J.C., (1980). Design Methods, John Wiley & Sons Ltd, New York.
 - [10] Bridges, A.H., (1995). Any Progress in Systematic Design? Design and System: General Applications of Methodology, Transaction Publisher, New Brunswick.
 - [11] Simoes-Marques, M., Ribeiro, R.A. and Gameiro-Marques, A., (2000). “A Fuzzy Decision Support System for Equipment Repair under Battle Conditions”, Fuzzy Sets and Systems, 115(1):141-157.
 - [12] Deniz, Ö.Ş., (1999). Çok Katlı Konut Tasarımında Kullanıcıların Esneklik Taleplerini Karşılacak Yapı Elemanlarının Seçimine Yönelik Bir Karar Verme Yaklaşımı, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
 - [13] Behesti, M.R. and Monroy, M. R., (1986). “ADIS: Steps Towards Developing an Architecture Design Information System”, Open House International, 11(2):38-45.
 - [14] Wind, Y. and Saaty, T. L., (1980). “Marketing Applications of the Analytic Hierarchy Process”, Management Science, 26(7):641-658.
 - [15] Partovi, F.Y., (1994). “Determining What to Benchmark: An Analytic Hierarchy Process Approach”, International Journal of Operations & Production Management, 14 (6):25-39.

- [16] Chen, S. M., (1996). "Evaluating Weapon Systems Using Fuzzy Arithmetic Operations", *Fuzzy Sets and Systems*, 77(3):265-276.
- [17] Zadeh, L.A., (1965). "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8:338-353.
- [18] Wang, P.P., Ruan, D. ve Kerre, E.E., (2007). *Fuzzy Logic A Spectrum of Theoretical & Practical Issues*, Springer, New York.
- [19] Nabyev, V.V., (2003). *Yapay Zeka; Problemler-Yöntemler-Algoritmalar*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- [20] Cappleman, O. and Jordan, M.J., (1993). *Foundations in Architecture: An Annotated Anthology of Beginning Design Projects*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- [21] Gero, J. S., (1975). "Architectural Optimization – A Review", *Engineering Optimization*, 1(3):189-199.
- [22] Alexander, C., (1964). *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- [23] Archer, B.L., *Systematic Methods for Designers*, London: Council of Industrial Design, 1965.
- [24] Asimov, M., (1962). *Introduction to Design*, Montgomery Cliff, New Jersey: Prentice Hall.
- [25] İzgi, U., (1999). *Mimarlıkta Süreç Kavramlar - İlişkiler*, YEM Yayın, İstanbul.
- [26] De Vries, A.E., (1994). *Structuring Information for Design Problem Solving*, Ph.D. Dissertation, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
- [27] Lawson, B., (2006). *How Designer Think*, Fourth Edition, First Published 1980, Architectural Press, Oxford.
- [28] Bayazıt, N., (2004). "Tasarımı Keşfetme: Tasarım Araştırmalarının Kırk Yılı", *İTÜ Dergisi/a Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 3(1):3-15.
- [29] Achten, H.H., (2003). "New Design Methods for Computer Aided Architectural Design Methodology Teaching. Methodology Teaching", *International Journal of Architectural Computing*, 1(1):72-91.4.
- [30] Heath, T., (1984). *Method in Architecture*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- [31] Eastman, C.M., (1970). *On the Analysis of Intuitive Design Processes, Emerging Methods in Environmental Design and Planning*, ed. by G. T. Moore, The MIT Press, Cambridge.
- [32] Akin, Ö., (1978). *How do Architects Design?*, in: J.C. Latombe (Ed.), *Artificial Intelligence and Pattern Recognition in Computer- Aided Design*, North-Holland, New York.
- [33] Akin, Ö., (1986). *Psychology of Architectural Design*, Pion Ltd., London.
- [34] Alexander, C., (1977). *A Pattern Language*, Oxford University Press, New York.
- [35] Stiny, G. and Mitchell, J.W., (1978). "The Palladian Grammar", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 5:5-18.

- [36] Koning, H. and Eizenberg, J., (1981). "The Language of the Prairie: Frank Lloyd Wright's Prairie Houses", *Environment and Planning B*, 8:295-323.
- [37] Knight, T.W., (1981). "Languages of Designs: From Known to New", *Environment and Planning B*, 7:213-238.
- [38] Stiny, G. and Mitchell, J.W., (1980). "The Grammar of Paradise: on the Generation of Mughul Gardens", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 7:209-226.
- [39] Cross, N. and Nathanson, M., (1981). *Design Methods and Learning Methods*, ed. by Jacques R. & Powell J.A., *Design: Science: Methods*, 281-294.
- [40] Schon, D.A., (1981). "Learning A Language, Learning to Design", *Architecture Education Study*, Boston, CECSA, 1:339-473.
- [41] Argyris, C., (1981). "Teaching and Learning in Design Settings", *Architecture Education Study*, Boston CECSA, 1:551-661.
- [42] Beinart, J., (1981). "Structure of the Content of Design, *Architecture Education Study*", Boston CECSA, 1:159-338.
- [43] Goldschmidt, G., (1994). "On visual design thinking: the vis kids of architecture", *Design Studies*, 5(2):158,174.
- [44] Schon, D. and Wiggins, G., (1992). "Kinds of seeing and their functions in designing", *Design Studies*, 13(2):135-156.
- [45] Kahvecioğlu, N. P., (2001). *Mimari Tasarım Eğitiminde Bilgi ve Yaratıcılık Etkileşimi*, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [46] Cooper, R. and Press, M., (1995). *The Design Agenda: A Guide to Successful Design Management*, John Wiley&Sons Ltd., Chichester.
- [47] Austin, S., Baldwin, A., Baizhan, Li, B. and Waskett, P., (1999). "Analytical Design Planning Technique: A Model of the Detailed Building Design Process", *Journal of Design Studies*, 20(3):279-296.
- [48] Smith, R.P. and Jeffrey, A.M., (1999). "Product Development Process Modeling", *Journal of Design Studies*, 20(3):237-261.
- [49] Ediz, F.E., (2006). *Mimari Yapısal Öğelerin Tasarımı İçin Bir Yöntem*, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [50] Rowe, P.G., (1987). *Design Thinking*, The MIT Press, Cambridge.
- [51] Cross, N., (2000). *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*, 3. Edition, John Wiley & Sons, Chichester.
- [52] Anstey, B., (1973). *An Introduction to the Theory of Value: Land and Property Valuation*, Applied Science Publishers Ltd., Londra.
- [53] Siddal, J.N., (1972). *Value Theory as A Vehicle For User Participation*, N. Design Participation, Manchester.
- [54] Yürekli, İ. ve Yürekli, F., (2004). "Mimari tasarım eğitiminde enformellik", *İTÜ Dergisi/a Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 3(1):53-62.

- [55] Render, B. and Stair, R. M., (1991). Quantitative Analysis for Management, 4th Edition, Allyn and Bacon, Massachusetts.
- [56] Halaç, O., (2001). Kantitatif Karar Verme Teknikleri-Yöneylem Araştırması, 5. Baskı, Alfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul.
- [57] Taha, H.A., Özkal, S., (2003). Yöneylem Araştırması, Literatür Yayıncılık, Beyoğlu, İstanbul.
- [58] Fülöp, J., Introduction to Decision Making Methods,
<http://academic.evergreen.edu/projects/bdei/documents/decisionmakingmethods.pdf>, 10 Ocak 2011.
- [59] Tabucanon, M. T., (1988). Multiple Criteria Decision Making in Industry, 2nd Edition, Elsevier, New York, 12-107.
- [60] Nemhauser, G.L., Rinnoy Kan, A.H.G, and Todd, M.J., (1989). Handbooks in Operations Research and Management Science: Volume 1 Optimization, North-Holland Amsterdam.
- [61] Steuer, R.E., (1986). Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation and Application, Wiley, New York.
- [62] Fuller, R. and Carlsson, C., (1996). “Fuzzy Multiple Criteria Decision Making: Recent Developments”, Fuzzy Sets and Systems, 78:139-153.
- [63] Saaty, T.L., (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill International Book Company, New York.
- [64] Yoon, K.P. and Hwang, C.L., (1995). Multiple Attribute Decision Making: An Introduction, Sage Publications International Educational and Profesional Publisher, Thousand Oaks, London, New Delhi.
- [65] Lai, Y.J. and Hwang, C.L., (1994). Fuzzy Multiple Objective Decision Making, Methods and Application, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/Great Britain.
- [66] Zimmermann, H.J., (1991). Fuzzy Set Theory and Its Applications, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- [67] Triantaphyllou, E., (2000). Multi – Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- [68] Chen, S.J. and Hwang, C.L., (1992). Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer- Verlag, Berlin.
- [69] Öz, A.H., (2007). Yük Helikopteri Seçiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [70] Gökdalay, M.H., (2008). Havaalanlarının Performans Analizinde Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [71] Olson, D.L., (2004). “Comparison of Weights in TOPSIS Models”, Mathematical and Computer Modeling, 2004(40):721-727.
- [72] Özkan, A., (2008). Kentsel Katı Atık Yönetim Sistemlerinin Oluşturulmasında Farklı Karar Verme Tekniklerinin Kullanımı, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

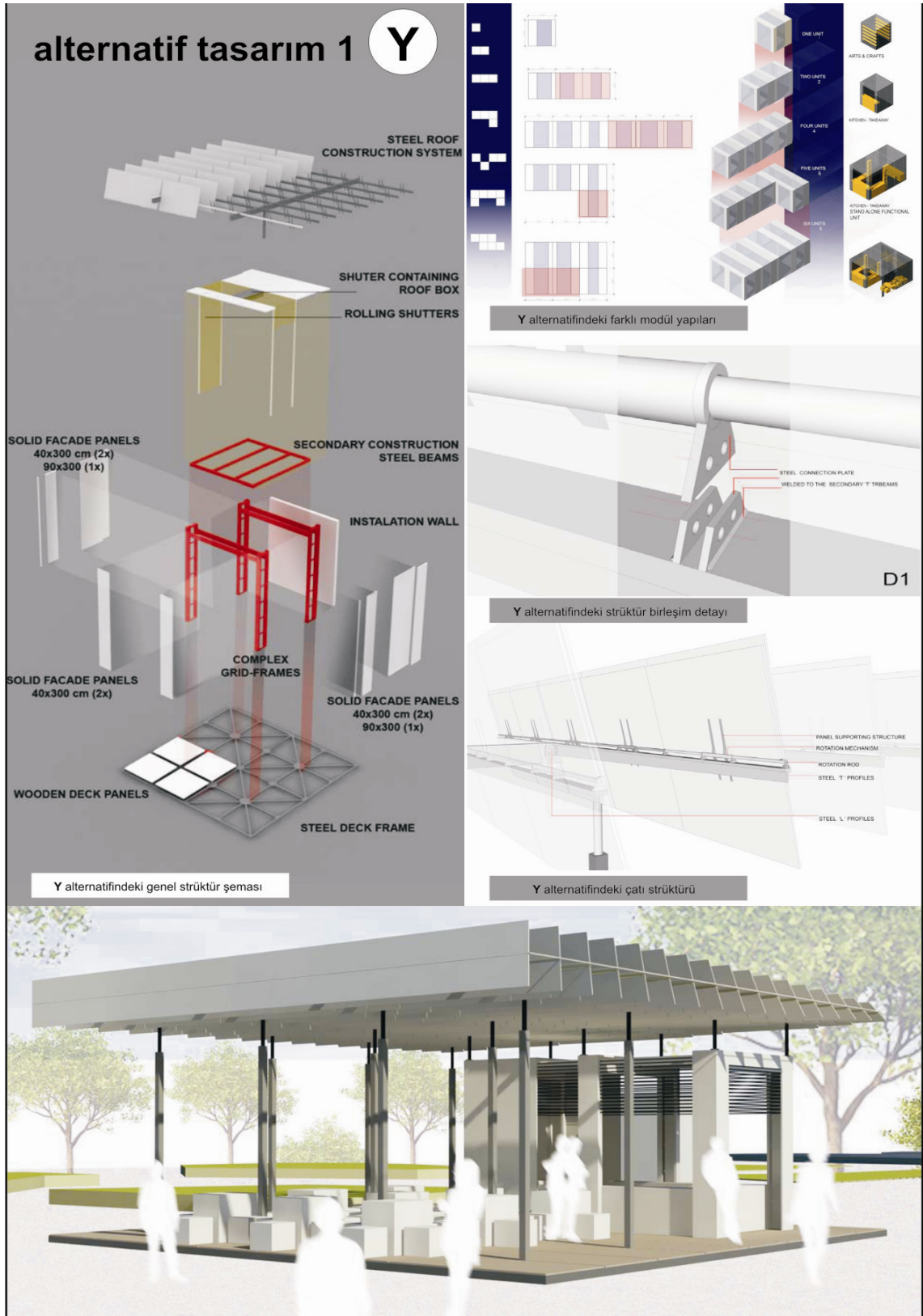
- [73] Vargas, L.G., (1990). "An Overview of the Analytic Hierarchy Process and Its Applications", *European Journal Of Operational Research*, 48:2-8.
- [74] Harker, P.T. and Vargas, L.G., (1987). "Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's AHP", *Management Science*, 33(11):1383-1403.
- [75] Kumar, N.V. and Ganesh, L.S., (1996). "A Simulation-Based Evaluation of The Approximate and The Exact Eigenvector Methods Employed in AHP", *European Journal of Operational Research*, 95:656-662.
- [76] Murtaza, M.M., (2003). "Fuzzy-AHP Application to Country Risk Assessment", *American Business Review*, 109-116.
- [77] Erol, V.ve Başlıgil, H., (2005). "Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural Networks Model For Management Information Systems Software Selection in Companies", *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4:107-120.
- [78] Evren, R. ve Ülengin, F., (1992). *Yönetimde Karar Verme*, İTÜ Yayını, İstanbul.
- [79] Sipahi, S., Berber, A., (2002). "Dönüşümsel Liderlik Perspektifinin Analitik Hiyerarşi Prosesi Tekniği ile Analizi", *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 31(1):7-30.
- [80] Cheng, C.H., (1999). "Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers", *Fuzzy Sets and Systems*, 107(1):25-35.
- [81] Dey, P.,K., (2001). "A Risk-Based Model for Inspection and Maintenance of Cross-Country Petroleum Pipeline", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7(1):25-41.
- [82] Saaty, T. L., (1990). "How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, 48:9-26.
- [83] Anderson, D.R., Sweeney, D.J. and Williams, T.A., (1991). *Introduction to Management Science*, New York, West Publishing Company, Eagan MN.
- [84] Saaty, T.L., (1988). *Mathematical Methods of Operations Research*, New York, Dover Publication.
- [85] Forman, E.H., (1993). *Ideal and Distributed Synthesis Modes for the Analytic Hierarchy Process*, George Washington University Working Paper.
- [86] Forman, E.H., Selly, M.A., (2000). *Decision by Objectives*, 2nd Edition, Expert Choice Inc., Pittsburgh.
- [87] Lai, V.S., Trueblood, R.P. and Wong, B.K., (1999). "Software Selection: A Case Study of The Application of The Analytical Hierarchical Process to The Selection of A Multimedia Authoring System", *Information & Management*, 221-232.
- [88] Belton, V. and Gear, T., (1983). "On a short-coming of Saaty's method of analytic hierarchies", *Omega*, 11:228-230.
- [89] Qureshi, M.E. and Harrison, S.R., (2003). "Application of the Analytic Hierarchy Process to Riparian Revegetation Policy Options", *Small-Scale Forest Economics, Management and Policy*, 441-458.
- [90] Zadeh, L. A., (1968). "Fuzzy Algorithms", *Information and Control*, 12:94-102.

- [91] Palabıyık, S., (2004). Kent Ölçeğinde Üniversite Kampus Arazileri Seçimi: Bir Bulanık Küme Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- [92] Şen, Z., (2001). Bulanık mantık ve modelleme ilkeleri, 3. Baskı, Bilge Yayınevi, İstanbul.
- [93] Paksoy, T., (2002). “Bulanık Küme Teorisi Ve Doğrusal Programlamada Kullanımı: Karşılaştırmalı Bir Analiz”, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 17 (1):1-16.
- [94] Sugeno, Michio, K. Asai, T. Terano (1992). Fuzzy Systems Theory and Its Applications, Academic Press Limited, London.
- [95] Türkbey, O., (2003). “Makina Sıralama Problemlerinde Çok Amaçlı Bulanık Küme Yaklaşımı”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18(2):63-77.
- [96] Bellman, R. and Zadeh, L.A., (1970). “Decision-Making in a Fuzzy Environment”, Management Science, 17(4):141-164.
- [97] Terano, T., (1992). Fuzzy Systems Theory and Its Applications, 3rd Edition, Academic Press, Boston.
- [98] Deng, H., (1999). “Multi Criteria Analysis with Fuzzy Pair Wise Comparison”, International Journal of Approximate Reasoning, 21(3):215-231.
- [99] Akman, G., Alkan, A., (2006). “Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(9):23-46.
- [100] Çanlı, H., Kandakoğlu, A., (2007). “Hava Gücü Mukayesesi İçin Bulanık AHP Modeli”, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 3(1):71-82.
- [101] Laarhoven, P.M.J. and Pedrycz, W., (1983). “A Fuzzy Extension of Saaty’s Priority Theory”, Fuzzy Sets and Systems, 11:229-241.
- [102] Buckley, J.J., (1985). “Fuzzy Hierarchical Analysis”, Fuzzy Sets and Systems, 17(3):233-247.
- [103] Chang, D.Y., (1996). “Applications of the extent analysis methods on fuzzy AHP”, European Journal of Operational Research 95:649-655.
- [104] Weck, M., Klocke, F., Schell, H.R. and Rüenauver, E., (1997). “Evaluating Alternative Production Cycles Using the Extended Fuzzy AHP Method”, European Journal of Operational Research. 100(2):351 -366.
- [105] Kahraman, C., Ulukan, Z. and Tolga, E., (1998). “A fuzzy weighted evaluation method using objective and subjective measures”, Proceedings of the International ICSC Symposium on Engineering of Intelligent Systems (EIS’98), 11-13 February 1998, University of La Laguna Tenerife, Spain, 57-63.
- [106] Lee, M., Pham, H. and Zhang, X., (1999). “A Methodology for Priority Setting with Application to Software Development Process”, European Journal of Operational Research, 118:375 -389.

- [107] Leung, L.C. and Cao,D., (2000). "On Consistency and Ranking of Alternatives in Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 124:102 -113.
- [108] Büyüközkan, G., Kahraman, C. and Ruan, D., (2004). "A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach for Software Development Strategy Selection", *International Journal of General Systems*, 33(2-3):259-280.
- [109] Kahraman, C., Ruan, D. and Doğan, İ., (2003). "Fuzzy Group Decision Making for Facility Location Selection", *Information Science*, 135-153.
- [110] Zhu, K.J., Jing, Y. and Chang D.Y., (1998). "A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP", *European Journal of Operational Research*, 116:450-456.
- [111] Durmisevic, E., International Design Studio 2009, (2009). University of Twente, University of Sarajevo, Yildiz Technical University, Netherlands.

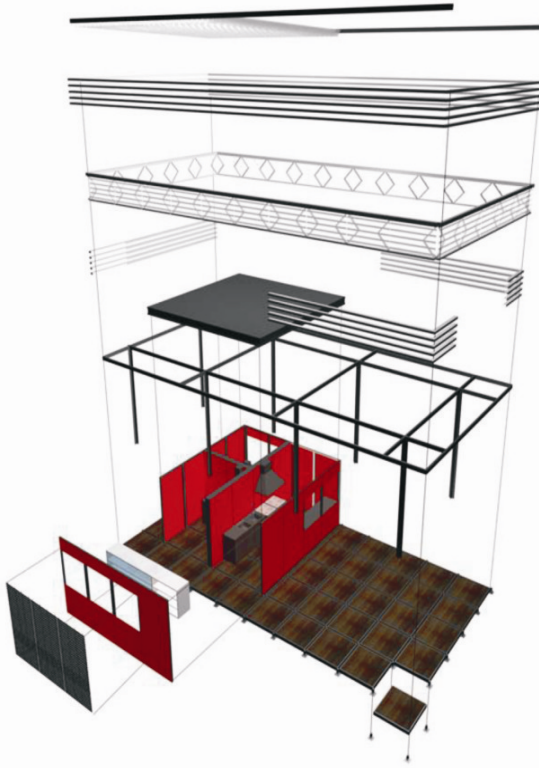
EK-A

DEĞERLENDİRİLEN TASARIMLAR (AÇ 1)

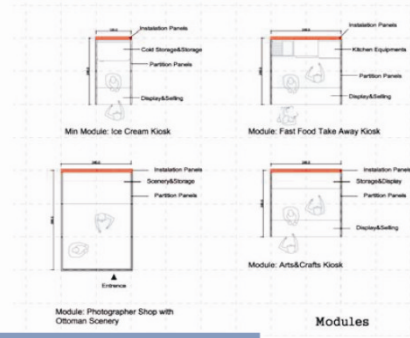


Şekil EK-A. 1 Alan Çalışması 1 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Y

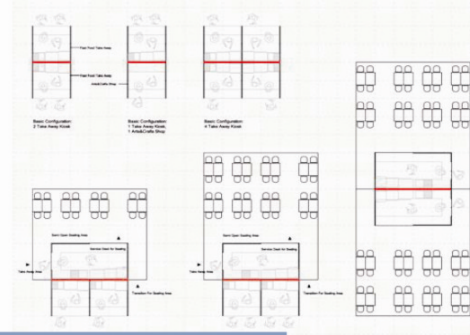
alternatif tasarım 2 Z



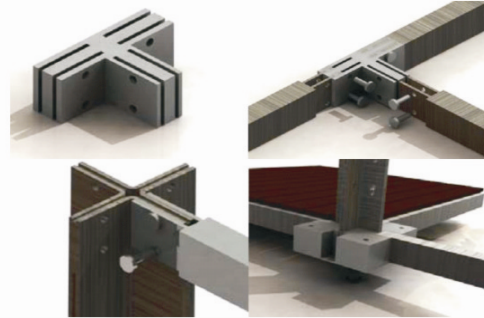
Z alternatifindeki genel strüktür şeması



Z alternatifindeki farklı modül yapıları



Z alternatifinde dönüştürülebilirlik



Z alternatifi genel strüktür birleşim detayı



Şekil EK-A.2 Alan Çalışması 1 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Z

EK-B

ANKET FORMU (AÇ 1)



YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY OF ARCHITECTURE
COMPUTATIONAL DESIGN UNIT

**A SCIENTIFIC MODEL AIDING THE EVALUATION OF
ARCHITECTURAL DESIGN END PRODUCT**

Prepared by: Res. Ast. Serkan PALABIYIK

ISTANBUL, April 2009



ISTANBUL

04 / 21 / 2009

To whom it may concern,

We are conducting a research project on evaluating architectural designs in Computational Design Unit, Yıldız Technical University. The aim of research is to develop a scientific model to evaluate alternatives and end products in design processes.

You have important studies in architecture field and we believe that you can contribute us to develop this model. So, we kindly ask of you to fill the survey presented to you. The survey is composed of two parts. In the first part, there is a decision tree presenting relations of criteria determined in the study titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable of Pavilions (Holland) and Sarajevo University (Bosnia and Herzegovina) and paired comparisons of evaluating criteri. At the beginning of the study, the evaluation criteria have been determined by the group coordinators in order to objectify the expectations from the design. In the second part these lecturers are expected to compare alternative designs name Y, Z developed for the project, taking each evaluating criterion into account.

The result of this survey will be solely used for academic purposes, therefore the information you'll provide is strictly confidential. I thank you for attending this survey and sharing your opinions with us.

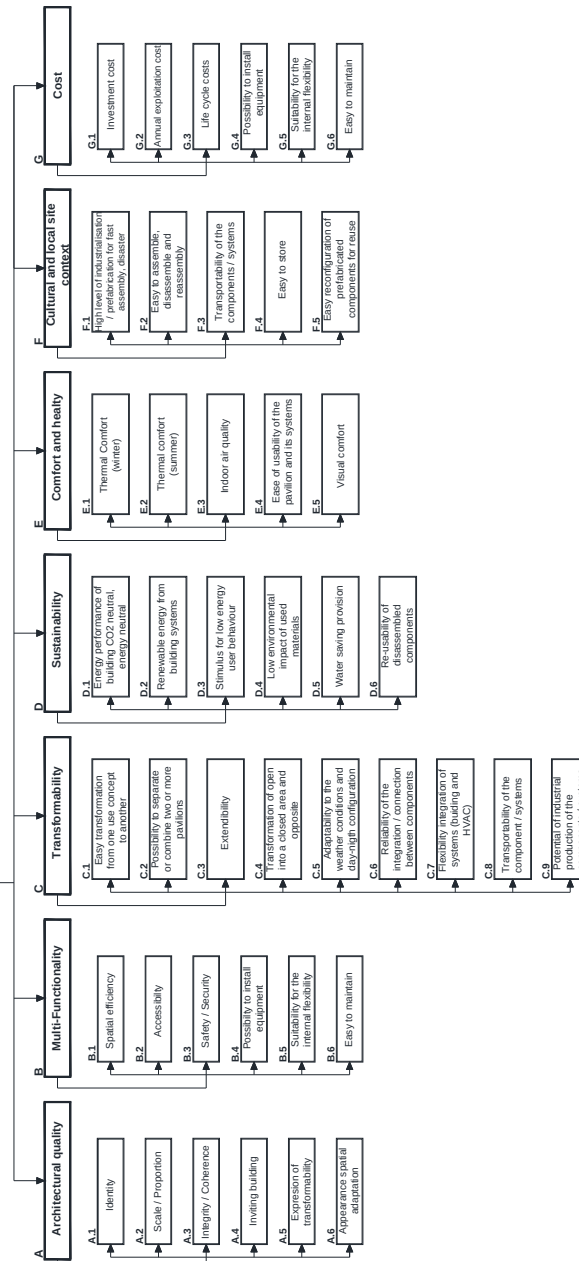
Res. Ast. Serkan PALABIYIK

HIERARCHICAL ORGANIZATION OF EVALUATION CRITERIA



DECISION TREE

EVALUATION CRITERIAS





HIERARCHICAL ORGANIZATION OF EVALUATION CRITERIAS

The institution you're affiliated with:.....

Your title in the institution you're affiliated with:.....

The criteria used for evaluation of the project titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable Pavilions" are listed below as pairwise comparisons. Please state the degree of significance compared to each other, between Exrtme Importance and Equal Importance scale, filling out one option (●) in a row.

	Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
Architectural quality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Multi-Functionality
Architectural quality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Transformability
Architectural quality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Sustainability
Architectural quality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Comfort and healthy
Architectural quality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cultural and local site context
Architectural quality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cost
Multi-Functionality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Transformability
Multi-Functionality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Sustainability
Multi-Functionality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Comfort and healthy
Multi-Functionality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cultural and local site context
Multi-Functionality	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cost
Transformability	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Sustainability
Transformability	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Comfort and healthy
Transformability	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cultural and local site context
Transformability	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cost

The criteria used for evaluation of the project titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable Pavilions" are listed below as pairwise comparisons. Please state the degree of significance compared to each other, between Extreme Importance and Equal Importance scale, filling out one option (●) in a row.



	Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
 Sustainability	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Comfort and healthy
 Sustainability	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cultural and local site context
 Sustainability	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cost
 Comfort and healthy	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cultural and local site context
 Comfort and healthy	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cost
 Cultural and local site context	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Cost
 Identity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Scale / Proportion
 Identity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Integrity / Coherence
 Identity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Inviting building
 Identity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Expresion of transformability
 Identity	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Appearance spatial adaptation
 Scale / Proportion	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Integrity / Coherence
 Scale / Proportion	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Inviting building
 Scale / Proportion	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Expresion of transformability
 Scale / Proportion	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Appearance spatial adaptation
 Integrity / Coherence	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Inviting building
 Integrity / Coherence	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Expresion of transformability

The criteria used for evaluation of the project titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable Pavilions" are listed below as pairwise comparisons. Please state the degree of significance compared to each other, between Extreme Importance and Equal Importance scale, filling out one option (●) in a row.



	Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
Integrity / Coherence	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Appearance spatial adaptation
Inviting building	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Expresion of transformability
Inviting building	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Appearance spatial adaptation
Expresion of transformability	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Appearance spatial adaptation
Spatial efficiency	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Accessibility
Spatial efficiency	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Safety / Security
Spatial efficiency	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Possibility to install equipment
Spatial efficiency	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Suitability for the internal flexibility
Spatial efficiency	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to maintain
Accessibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Safety / Security
Accessibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Possibility to install equipment
Accessibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Suitability for the internal flexibility
Accessibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to maintain
Safety / Security	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Possibility to install equipment
Safety / Security	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Suitability for the internal flexibility
Safety / Security	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to maintain
Possibility to install equipment	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Suitability for the internal flexibility

The criteria used for evaluation of the project titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable Pavilions" are listed below as pairwise comparisons. Please state the degree of significance compared to each other, between Extreme Importance and Equal Importance scale, filling out one option (●) in a row.



	Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
Possibility to install equipment																		Easy to maintain
Suitability for the internal flexibility																		Easy to maintain
Easy transformation from one use concept to another																		Possibility to separate or combine two or more pavilions
Easy transformation from one use concept to another																		Extendibility
Easy transformation from one use concept to another																		Transformation of open into a closed area and opposite
Easy transformation from one use concept to another																		Adaptability to the weather conditions and day-nigh configuration
Easy transformation from one use concept to another																		Reliability of the integration / connection between components
Easy transformation from one use concept to another																		Flexibility integration of systems (buiding and HVAC)
Easy transformation from one use concept to another																		Transportability of the component / systems
Easy transformation from one use concept to another																		Potential of industrial production of the components / systems
Possibility to separate or combine two or more pavilions																		Extendibility
Possibility to separate or combine two or more pavilions																		Transformation of open into a closed area and opposite
Possibility to separate or combine two or more pavilions																		Adaptability to the weather conditions and day-nigh configuration
Possibility to separate or combine two or more pavilions																		Reliability of the integration / connection between components
Possibility to separate or combine two or more pavilions																		Flexibility integration of systems (buiding and HVAC)
Possibility to separate or combine two or more pavilions																		Transportability of the component / systems
Possibility to separate or combine two or more pavilions																		Potential of industrial production of the components / systems

The criteria used for evaluation of the project titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable Pavilions" are listed below as pairwise comparisons. Please state the degree of significance compared to each other, between Exrteme Importance and Equal Importance scale, filling out one option (●) in a row.



	Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance
Extendibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Extendibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Extendibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Extendibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Extendibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Extendibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Transformation of open into a closed area and opposite	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Transformation of open into a closed area and opposite	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Transformation of open into a closed area and opposite	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Transformation of open into a closed area and opposite	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Transformation of open into a closed area and opposite	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Transformation of open into a closed area and opposite	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Adaptability to the weather conditions and day-nigh configuration	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Adaptability to the weather conditions and day-nigh configuration	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Adaptability to the weather conditions and day-nigh configuration	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Adaptability to the weather conditions and day-nigh configuration	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Reliability of the integration / connection between components	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Reliability of the integration / connection between components	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Reliability of the integration / connection between components	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

The criteria used for evaluation of the project titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable Pavilions" are listed below as pairwise comparisons. Please state the degree of significance compared to each other, between Extreme Importance and Equal Importance scale, filling out one option (●) in a row.



	Extreme Importance	Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very Strong	Extreme Importance
Flexibility integration of systems (building and HVAC)																	Transportability of the component / systems
Flexibility integration of systems (building and HVAC)																	Potential of industrial production of the components / systems
Transportability of the component / systems																	Potential of industrial production of the components / systems
Energy performance of building CO2 neutral, energy neutral																	Renewable energy from building systems
Energy performance of building CO2 neutral, energy neutral																	Stimulus for low energy user behaviour
Energy performance of building CO2 neutral, energy neutral																	Low environmental impact of used materials
Energy performance of building CO2 neutral, energy neutral																	Water saving provision
Energy performance of building CO2 neutral, energy neutral																	Re-usability of disassembled components
Renewable energy from building systems																	Stimulus for low energy user behaviour
Renewable energy from building systems																	Low environmental impact of used materials
Renewable energy from building systems																	Water saving provision
Renewable energy from building systems																	Re-usability of disassembled components
Stimulus for low energy user behaviour																	Low environmental impact of used materials
Stimulus for low energy user behaviour																	Water saving provision
Stimulus for low energy user behaviour																	Re-usability of disassembled components
Low environmental impact of used materials																	Water saving provision
Low environmental impact of used materials																	Re-usability of disassembled components
Water saving provision																	Re-usability of disassembled components

The criteria used for evaluation of the project titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable Pavilions" are listed below as pairwise comparisons. Please state the degree of significance compared to each other, between Extreme Importance and Equal Importance scale, filling out one option (●) in a row.



	Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
Thermal Comfort (winter)																		Thermal comfort (summer)
Thermal Comfort (winter)																		Indoor air quality
Thermal Comfort (winter)																		Ease of usability of the pavilion and its systems
Thermal Comfort (winter)																		Visual comfort
Thermal comfort (summer)																		Indoor air quality
Thermal comfort (summer)																		Ease of usability of the pavilion and its systems
Thermal comfort (summer)																		Visual comfort
Indoor air quality																		Ease of usability of the pavilion and its systems
Indoor air quality																		Visual comfort
Ease of usability of the pavilion and its systems																		Visual comfort
High level of industrialisation / prefabrication for fast assembly, disaster																		Easy to assemble, disassemble and reassembly
High level of industrialisation / prefabrication for fast assembly, disaster																		Transportability of the components / systems
High level of industrialisation / prefabrication for fast assembly, disaster																		Easy to store
High level of industrialisation / prefabrication for fast assembly, disaster																		Easy reconfiguration of prefabricated components for reuse
Easy to assemble, disassemble and reassembly																		Transportability of the components / systems
Easy to assemble, disassemble and reassembly																		Easy to store
Easy to assemble, disassemble and reassembly																		Easy reconfiguration of prefabricated components for reuse

The criteria used for evaluation of the project titled "Design for Disassembly and Reuse: Design & Build Multipurpose Transformable Pavilions" are listed below as pairwise comparisons. Please state the degree of significance compared to each other, between Extreme Importance and Equal Importance scale, filling out one option (●) in a row.



	Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
Transportability of the components / systems	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to store
Transportability of the components / systems	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy reconfiguration of prefabricated components for reuse
Easy to store	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy reconfiguration of prefabricated components for reuse
Investment cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Annual exploitation cost
Investment cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Life cycle costs
Investment cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Possibility to install equipment
Investment cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Suitability for the internal flexibility
Investment cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to maintain
Annual exploitation cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Life cycle costs
Annual exploitation cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Possibility to install equipment
Annual exploitation cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Suitability for the internal flexibility
Annual exploitation cost	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to maintain
Life cycle costs	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Possibility to install equipment
Life cycle costs	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Suitability for the internal flexibility
Life cycle costs	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to maintain
Possibility to install equipment	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Suitability for the internal flexibility
Possibility to install equipment	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to maintain
Suitability for the internal flexibility	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Easy to maintain

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance
A [Architectural quality]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
A1 [Identity]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
A 2 [Scale / Proportion]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
A 3 [Integrity / Coherence]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
A 4 [Inviting building]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
A 5 [Expression of transformability]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
A 6 [Appearance spatial adaptation]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y		
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z		
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z		
B [Multi-Functionality]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y		
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z		
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z		
B 1 [Spatial efficiency]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y		
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z		
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z		
B 2 [Accessibility]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y		
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z		
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z		

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
 B 3 [Safety / Security]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
 B 4 [Possibility to install equipment]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
 B 5 [Suitability for the internal flexibility]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
 B 6 [Easy to maintain]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
 C [Transformability]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance
C 1 [Easy transformation from one use concept to another]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
C 2 [Possibility to separate or combine two or more pavilions]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
C 3 [Extendibility]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
C 4 [Transformation of open into a closed area and opposite]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
C 5 [Adaptability to the weather conditions and day-nigh configuration]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance
C 6 [Reliability of the integration / connection between components]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
C 7 [Flexibility integration of systems (buiding and HVAC)]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
C 8 [Transportability of the component / systems]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
C 9 [Potential of industrial production of the components / systems]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
D [Sustainability]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
D 1 [Energy performance of building CO2 neutral, energy neutral]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
D 2 [Renewable energy from building systems]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
D 3 [Stimulus for low energy user behaviour]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
D 4 [Low environmental impact of used materials]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
D 5 [Water saving provision]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
D 6 [Re-usability of disassembled components]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
E [Comfort and healthy]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
E 1 [Thermal Comfort (winter)]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
E 2 [Thermal comfort (summer)]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
E 3 [Indoor air quality]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance
E 4 [Ease of usability of the pavilion and its systems]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
E 5 [Visual comfort]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
F [Cultural and local site context]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
F 1 [High level of industrialisation / prefabrication for fast assembly, disaster]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
F 2 [Easy to assemble, disassemble and reassembly]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z

Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance	
F 3 [Transportability of the components / systems]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
F 4 [Easy to store]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
F 5 [Easy reconfiguration of prefabricated components for reuse]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
G [Cost]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
G 1 [Investment cost]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y	
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z	

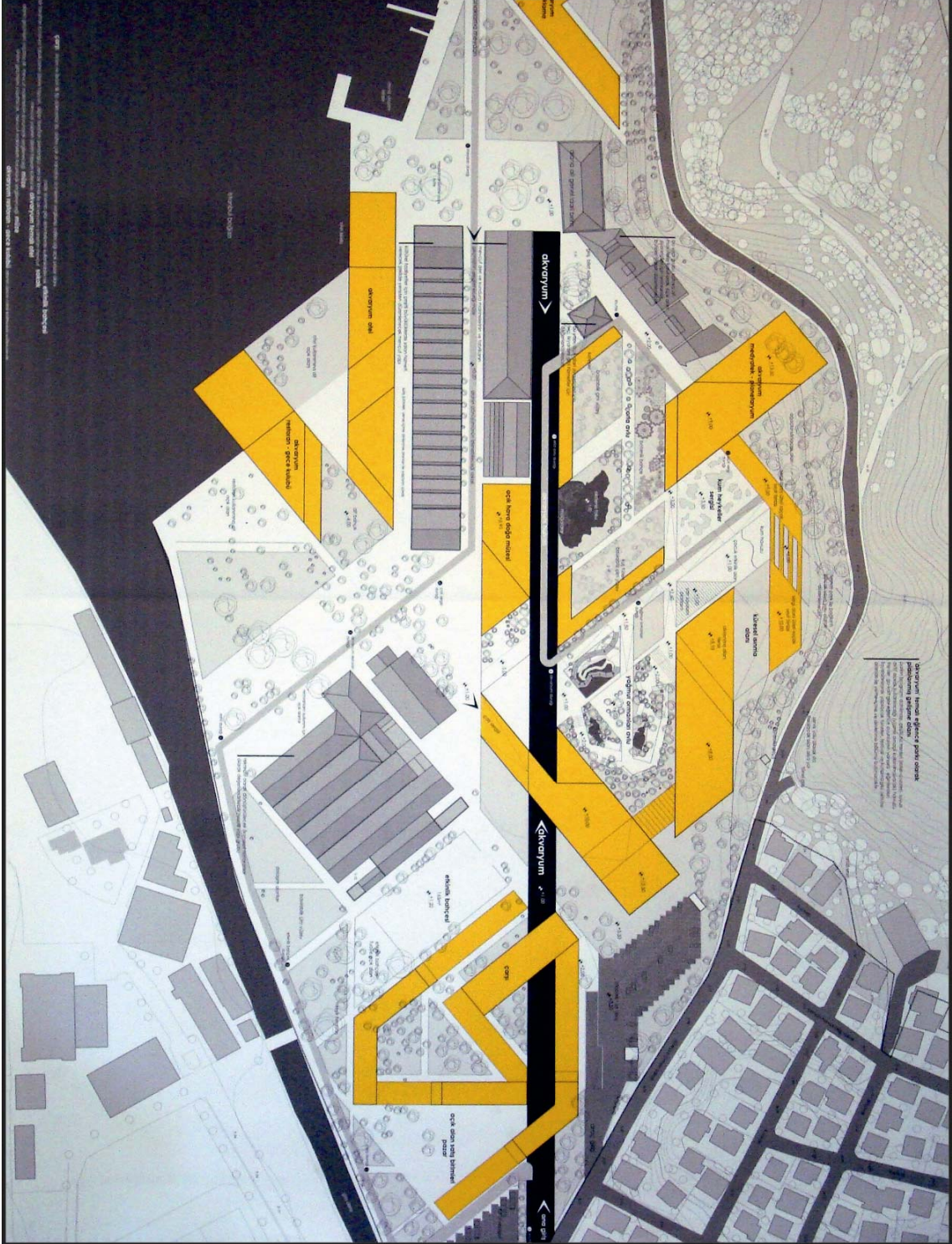
Below are pairwise comparison of evaluation criterias within three design alternatives named X, Y and Z in a research named "Design for Disassembly and Reuse: Design & Building Multipurpose Transformable Pavilions". Please fill in the blanks that correspond the level of importance.



		Extreme Importance	Very, Very Strong	Very Strong Importance	Strong Plus	Strong Importance	Moderate Plus	Moderate Importance	Weak	Equal Importance	Weak	Moderate Importance	Moderate Plus	Strong Importance	Strong Plus	Very Strong Importance	Very, Very Strong	Extreme Importance
G 2 [Annual exploitation cost]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
G 3 [Life cycle costs]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
G 4 [Possibility to install equipment]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
G 5 [Suitability for the internal flexibility]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
G 6 [Easy to maintain]	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Y
	X	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z
	Y	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Z

EK- C

DEĞERLENDİRİLEN TASARIMLAR (AÇ 2)



Şekil EK-C. 1 Alan Çalışması 2 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım X



Şekil EK-C. 2 Alan Çalışması 2 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Y

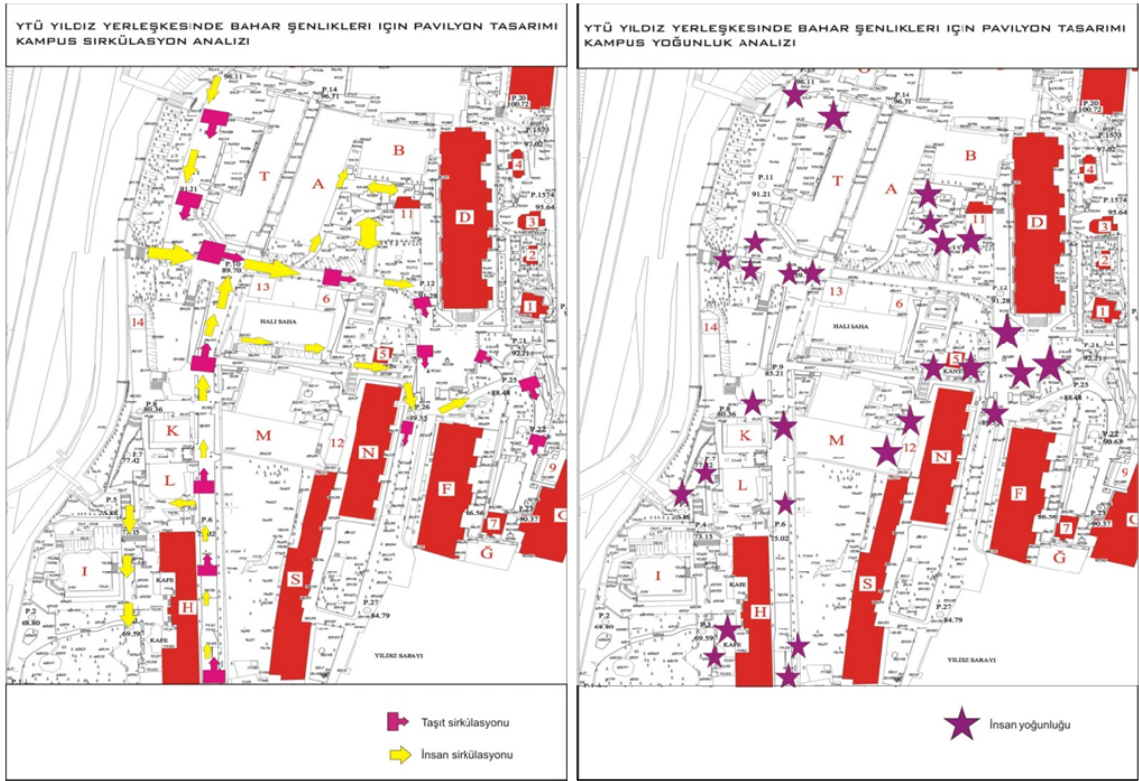


Şekil EK-C. 3 Alan Çalışması 2 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Z



Şekil EK-C. 4 Alan Çalışması 2 kapsamında değerlendirilen alternatif tasarım Q

YERLEŞKE ETÜDÜ (AÇ 3)



Şekil EK-D. 1 Alan Çalışması 3 kapsamında Grup 3 tarafından yapılan Yıldız Yerleşkesi etüdü

ANKET ÇALIŞMASI (AÇ 3)

MT1: YTÜ BAHAR ŞENLİKLERİ KONSEPT PAVİLYONLARI ANKET ÇALIŞMASI



- Bahar şenliklerinde **yeme-içme** birimleri kampüs alanı içinde nerede yer almalı?
X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- Bahar şenliklerinde **satış** birimleri kampüs alanı içinde nerede yer almalı?
X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- Bahar şenliklerinde **kulüp** birimleri kampüs alanı içinde nerede yer almalı?
X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- Bahar şenliklerinde **ürün tanıtım/reklam** birimleri kampüs alanı içinde nerede yer almalı?
X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- Bahar şenliklerinde **canlı performans alanları (müzik, tiyatro vs)** kampüs alanı içinde nerede yer almalı?
X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- Bahar şenliklerinde **tüm birimler bir arada düzenlenmeli mi?**
EVET HAYIR OLABİLİR
☐ ☐ ☐
- Bahar şenliklerinde kampüs alanı içinde belirlenen alanlar dışında alan/alanlar olabilir mi?
EVET HAYIR
☐ ☐

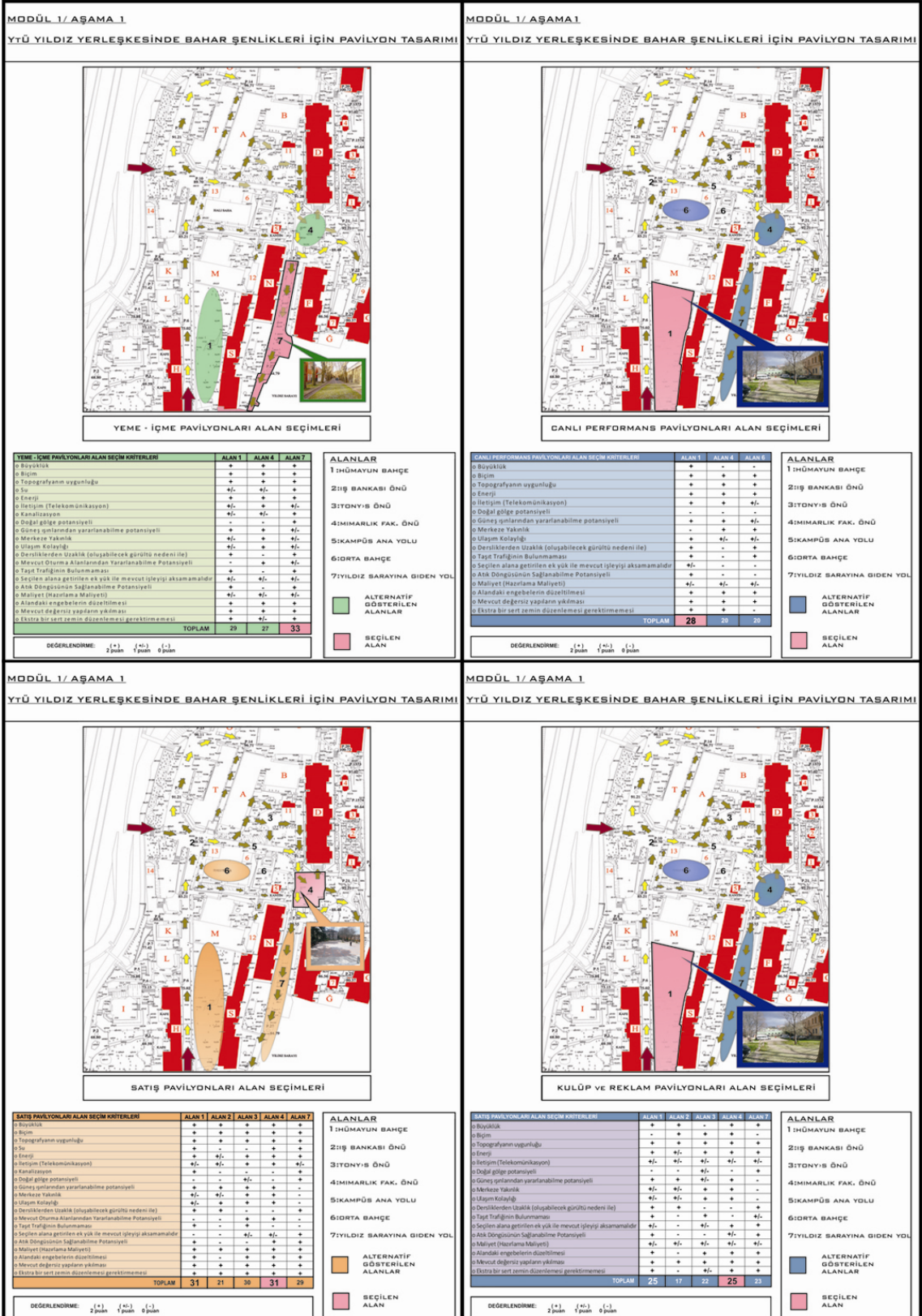
(lütfen harita üzerinde alanı şematik olarak belirtiniz)

Bu anket YTÜ Mimarlık Bölümü MT1 Tasarım Stüdyosu MODÜL 1 kapsamında yapılan çalışmanın bir parçasıdır. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Şekil EK-E. 1 Alan Çalışması 3 kapsamında kullanıcı beklentilerinin belirlenmesine yönelik yapılan anket çalışması formu

EK-F

PAVİLYON ALANLARININ BELİRLENMESİ (AÇ 3)



Şekil EK-F. 1 Alan Çalışması 3 kapsamında Grup 4 tarafından yapılan pavilyon alanları seçim paftası

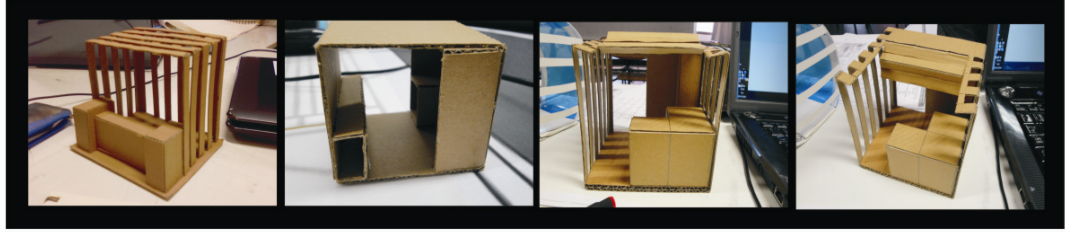
ALTERNATİF PAVİLYON TASARIMLARI (AÇ 3)

MODÜL 1/ AŞAMA 2

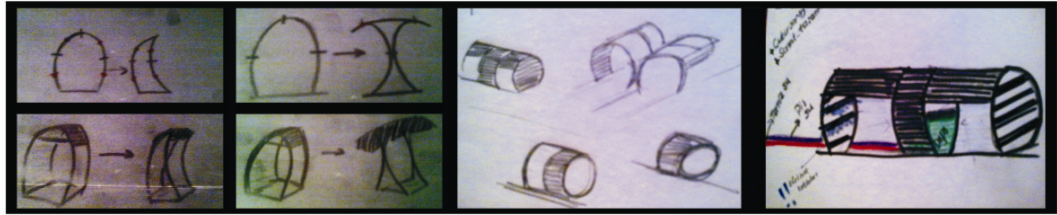
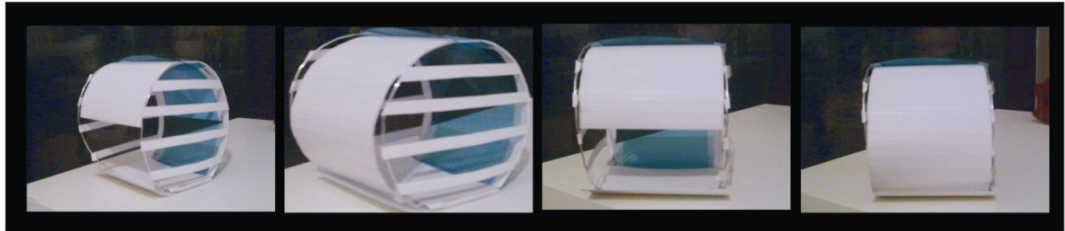
YTÜ YILDIZ YERLEŞKESİNDE BAHAR ŞENLİKLERİ İÇİN PAVİLYON TASARIMI

ÖNERİ PAVİLYON TASARIMLARININ GELİŞTİRİLMESİ

ÖNERİ PAVİLYON A



ÖNERİ PAVİLYON B



ÖNERİ PAVİLYON TASARIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (SEÇİLMESİ)

ÖNERİ PAVİLYON A NIN DEĞERLENDİRİLMESİ						ÖNERİ PAVİLYON B NİN DEĞERLENDİRİLMESİ					
MİMARİ KALİTE		SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK		MALİYET		MİMARİ KALİTE		SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK		MALİYET	
KİMLİK	+/-	KULLANILAN MALZEMELERİN DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR OLMASI	-	İLK YATIRIM MALİYETİ	+/-	KİMLİK	+	KULLANILAN MALZEMELERİN DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR OLMASI	+	İLK YATIRIM MALİYETİ	+/-
ÖLÇEK / ORAN	+	MALZEMELERİN YENİDEN KULLANILABİLİR OLMASI	+	KULLANIM MALİYETİ	-	ÖLÇEK / ORAN	+	MALZEMELERİN YENİDEN KULLANILABİLİR OLMASI	+	KULLANIM MALİYETİ	+/-
BÜTÜNLÜK / UYGUNLUK	+	YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ ÖZENİLMESİ	-	BAKIM MALİYETİ	-	BÜTÜNLÜK / UYGUNLUK	+	YENİLENEBİLİR ENERJİ KULLANIMININ ÖZENİLMESİ	-	BAKIM MALİYETİ	+/-
YAKIN ÇEVRE İLİŞKİSİ	+	YAPI BİLEŞENLERİNİ AYIRMA VE BİRLEŞTİRME KOLAYLIĞI	-			YAKIN ÇEVRE İLİŞKİSİ	+	YAPI BİLEŞENLERİNİ AYIRMA VE BİRLEŞTİRME KOLAYLIĞI	+		
MEKANSAL VERİMLİLİK	+	AÇIK VE KAPALI ALANLARA DÖNÜŞEBİLME KOLAYLIĞI	+			MEKANSAL VERİMLİLİK	+	AÇIK VE KAPALI ALANLARA DÖNÜŞEBİLME KOLAYLIĞI	+		
		İKLİM KOŞULLARINA ADAPTASYON	-					İKLİM KOŞULLARINA ADAPTASYON	-		
		DEPOLANABİLME VE TAŞINABİLME KOLAYLIĞI	-					DEPOLANABİLME VE TAŞINABİLME KOLAYLIĞI	+		
		GECE-GÜNDÜZ ŞARTLARINDA GÜVENLİĞİN SAĞLANABİLİMESİ	-					GECE-GÜNDÜZ ŞARTLARINDA GÜVENLİĞİN SAĞLANABİLİMESİ	+		
		MEKANSAL DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK	+					MEKANSAL DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİK	+		
DEĞERLENDİRİLMİ SONUCU: 16 PUAN						DEĞERLENDİRİLMİ SONUCU: 27 PUAN					

Üretilen iki pavilyon alternatifinin karşılaştırma matrisleri sonuçları değerlendirildiğinde **2.ÖNERİ** nin beklentileri daha fazla karşıladığı görülmüştür

GRUP 2

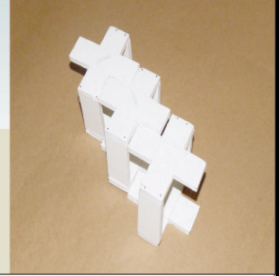
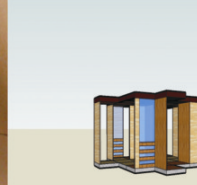
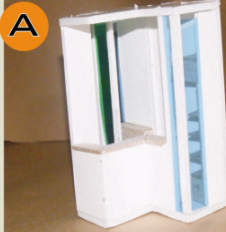
Şekil EK-G. 1 Alan Çalışması 3 kapsamında Grup 2 tarafından üretilen alternatif pavilyon tasarımları seçim paftaları

MODÜL 1/ AŞAMA 2

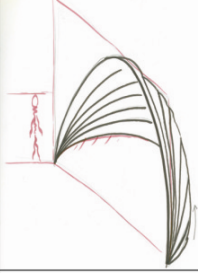
YTÜ YILDIZ YERLEŞKESİNDE BAHAR ŞENLİKLERİ İÇİN PAVİLYON TASARIMI

ÖNERİ PAVİLYON TASARIMLARININ GELİŞTİRİLMESİ

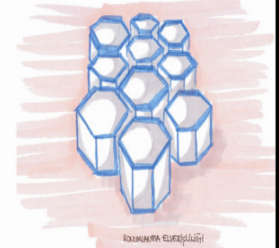
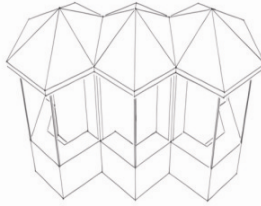
ÖNERİ PAVİLYON A



ÖNERİ PAVİLYON B



ÖNERİ PAVİLYON C



ÖNERİ PAVİLYON TASARIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (SEÇİLMESİ)

PAVİLYON TASARIMI DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ				
MİMARİ KALİTE				
Kırlık	+	+	+	+/-
Ölçek / Oran	+	+	+	+
Bütünlük Uygunluk	+	-	+	+
Yakın Çevre İlişkisi	+	+	+	+
Mekansal Verimlilik (İlgili)	+/-	-	-	+/-
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK				
Kullanılan Malzemelerin Dönüştürülebilir Olması	+	-	-	-
Malzemelerin Yeniden Kullanılabilir Olması	+/-	-	-	-
Yenilenebilir Enerji Kullanımını Özendirme	-	-	-	-
Yapı Bileşenlerini Ayırma ve Birleştirme Kolaylığı	+	+	+	-
Açık ve Kapalı Alanlara Dönüştürülebilir Kolaylığı	+/-	+	-	-
İklim Koşullarına Adaptasyon	+/-	-	-	-
Depolanabilir ve Taahhüt Kolaylığı	+	+	+	+/-
Gece-Gündüz Şartlarında Güvenliği Sağlanabilirliği	+	+	+	+
Mekansal Dönüştürülebilirlik	+	-	-	-
MALİYET				
İlk Yatırım Maliyeti	+/-	+	+	+/-
Kullanım Maliyeti	+/-	+/-	+	+
Bakım Maliyeti	+/-	+/-	+	+
TOPLAM	25	12	16	

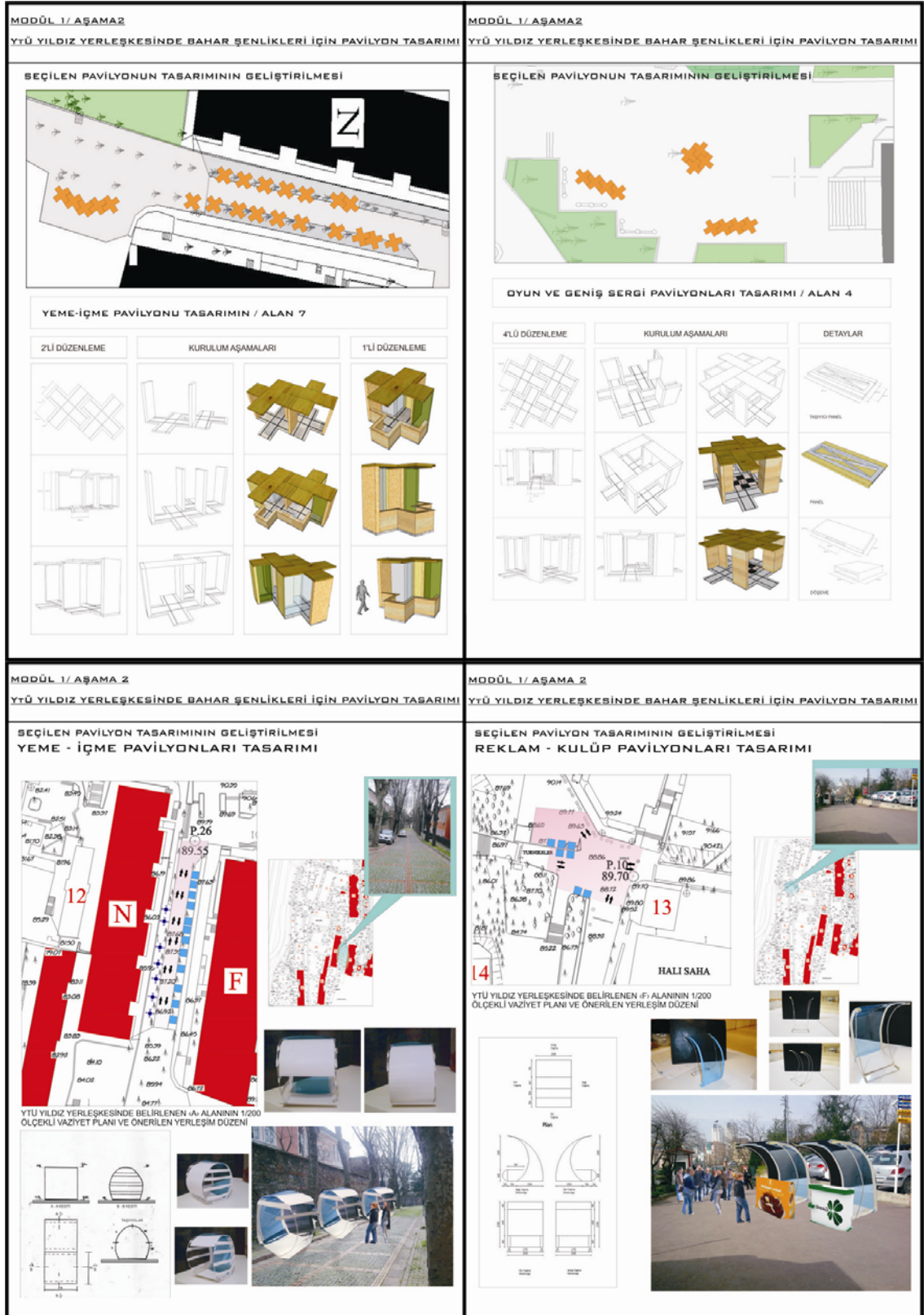
SEÇİLEN PAVİLYON TASARIMI

DEĞERLENDİRME: (+) 2 puan (+/-) 1 puan (-) 0 puan

GRUP 4

Şekil EK-G. 2 Alan Çalışması 3 kapsamında Grup 4 tarafından üretilen alternatif pavilyon tasarımları

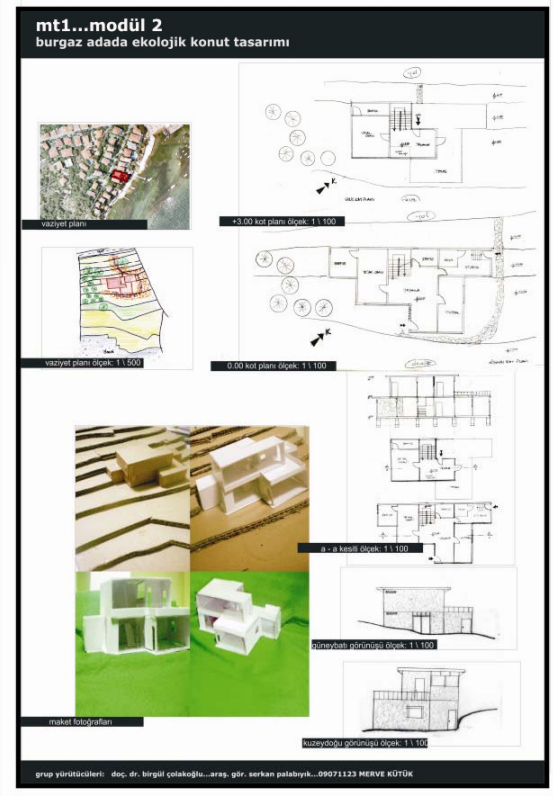
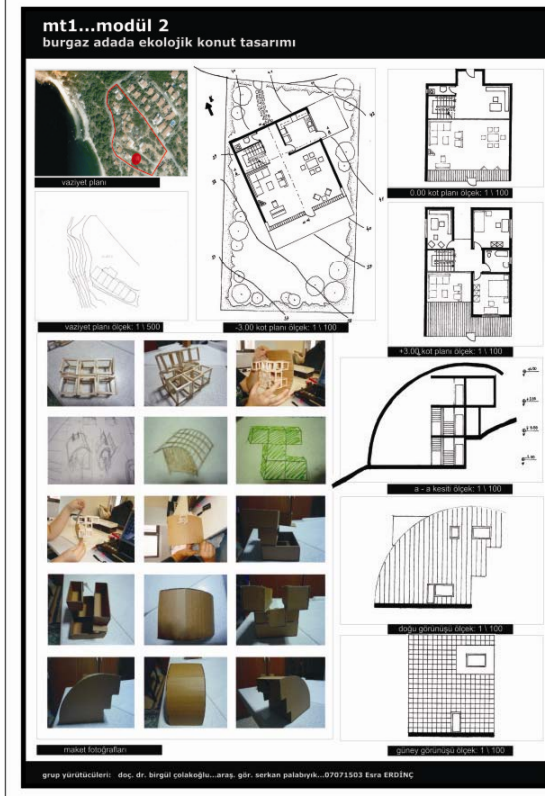
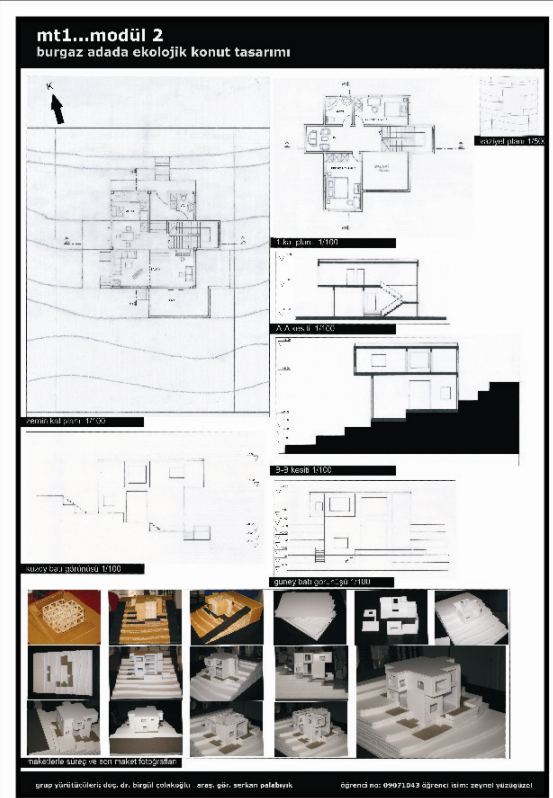
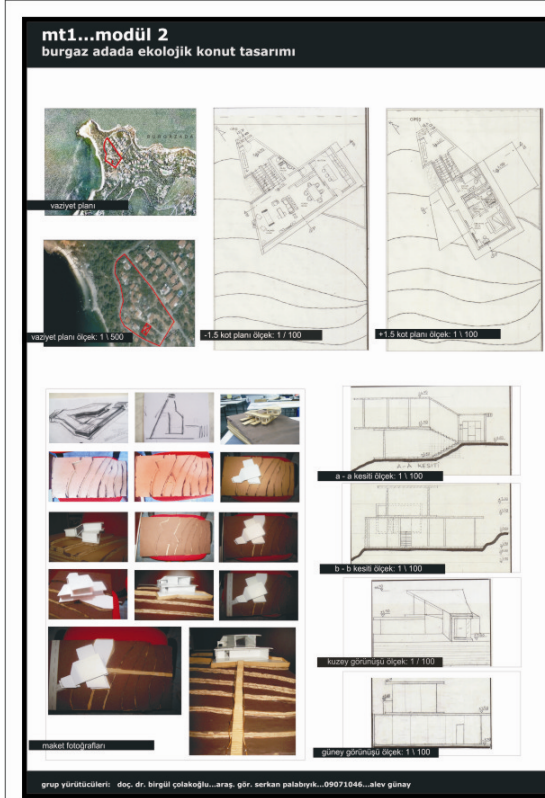
DEĞERLENDİRİLEN TASARIMLAR (AÇ 3)



Şekil EK-H. 1 Alan Çalışması 3 kapsamında değerlendirilen X ve Q tasarımları

EK-I

GELİŞTİRİLEN TASARIMLAR (AÇ 4)



Şekil EK-I. 1 Alan Çalışması 4 kapsamında geliştirilen tasarımlar

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Serkan PALABIYIK
Doğum Tarihi ve Yeri : 11. 09. 1977
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : serkan@balikesir.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Mimarlık	Balıkesir Üniversitesi	2004
Lisans	Mimarlık	Balıkesir Üniversitesi	1999
Lise	Sayısal	Edirne Lisesi	1994

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2007-2011	Yıldız Teknik Üniversitesi	Araştırma Görevlisi
2000-2007	Balıkesir Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

YAYINLARI

Makale

1. Reman, O., **Palabıyık, S.**, (2004). “Balıkesir Üniversitesi Kampusu ve Gelişimi” Yapı Dünyası Dergisi, 98, 43-48.

Bildiri

1. **Palabıyık, S.,** Çolakoğlu, B., (2010). “Experimental Decision Making Model for Sustainable Architecture Design”, International Sustainable Buildings Symposium, 26-28 May 2010, Ankara, 221-231.
2. **Palabıyık, S.,** Nasır, A. and Soygeniş, M., (2010). “Sustainability: An Approach to Architectural Design Studio” International Sustainable Buildings Symposium, 26-28 May 2010, Ankara, 857-861.
3. İlal, M.E., Ülkeryıldız, E., Kale, S. ve **Palabıyık, S.,** (2010). “Tavlama Benzetimi Yaklaşımı ile Üniversite Yerleşkelerinin Planlanması”, 1. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, 29 Eylül-1 Ekim 2010, Ankara, 617-629.
4. **Palabıyık, S.,** Çolakoğlu, B., (2009). “Tasarımda Farklı Yöntemlerin Bütünleşmesi; Hibrit Yaklaşımlar”, Mimari Tasarım Eğitimi’09: BÜTÜNLEŞME Sempozyumu, 25-26 Haziran 2009, İstanbul, 150-156.
5. Çolakoğlu, B., **Palabıyık, S.,** (2009). “Mimari Tasarım 1 Atölyesinin Yeniden Yapılandırılması Üzerine Bir Örnek”, Mimari Tasarım Eğitimi’09: BÜTÜNLEŞME Sempozyumu, 25-26 Haziran 2009, İstanbul, 5-10.
6. Tülübaş Gökuç, Y., **Palabıyık, S.,** (2007). “Tutkallı Tabakalı Ahşap Teknolojisinin Yapım Sektöründe Kullanımı”, 15. Yıl Mühendislik - Mimarlık Sempozyumu, 14-16 Kasım, Isparta.

Proje

1. Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAU-BAP 2008-34): devam ediyor
“Balıkesir Kent Tarihi ve Envanter Çalışması”
Yürütücü: Yasemin İnce Güney
Proje Ekibi: Hatice Uçar, **Serkan Palabıyık**

2. Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAU-BAP 2005-01): tamamlandı

“Ayvalık ve Alibey Adaları 19.yy Rum Ortodoks Kiliseleri”

Yürütücüler: Hatice Uçar & Yasemin İnce Güney

Proje Ekibi: **Serkan Palabıyık**, Yeliz Tülübaş

ÖDÜLLERİ

1. Y.T.Ü. Yıldız Yerleşkesi Kültür ve Eğitim Merkezi Mimari Proje Yarışması’nda “**Birincilik**” ödülü, (2009).

Ekip Lideri: **Serkan Palabıyık**

Proje Ekibi: Tuğrul Yazar, Serkan Uysal